N° 5 15 MARS 1929

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. CH. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Art de l'Ingénieur.

Sur l'organisation dans les entreprises.

De tous côtés depuis la guerre, dans la rue, dans les journaux quotidiens les plus populaires, ce qui est bien un indice de désordre dans les idées, dans les conférences et réunions économiques, ce qui est tout à fait indiqué, au Parlement même, où en février dernier le Président du Conseil affirmait que le Gouvernement a le devoir de seconder les efforts qui tendent à la réorganisation économique du pays, il ne nous est parlé, à tous propos, que de rationalisation, de normalisation, de standardisation, etc., de taylorisme et de fayolisme.

Bien entendu, la plupart de ceux qui parlent de ces questions sont loin de les connaître et savoir ce qui différencie chacun de ces termes dont ils se servent assez indifféremment.

En revanche, ils leur attribuent tous une vertu efficace « efficiente » d'après le nouveau jargon politico-économique et la plupart du temps, leurs lecteurs ou auditeurs ont la même compétence sur le sujet.

A tous, il paraît que ces mots contiennent quelque chose de vraiment nouveau qui doit nous permettre de sortir du gâchis où nous nous trouvons plongés depuis la guerre.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que pendant ces dernières années où l'on attendait tant des Américains et où l'on savait que chez eux la prospérité régnait, il leur a été facilement permis, grâce à notre propension à croire que tout ce qui est étranger est parfait, de nous imposer cette mode, de tout vouloir standardiser, tayloriser, etc..., oubliant ainsi que ce qui convient à l'U.S.A. pays dont la possibilité d'absorption est presque infinie ne convient pas d'office à notre pays qui n'offre à l'industrie que des débouchés limités.

Cependant en France tout cela était déjà connu et appliqué, seulement le mot exotique manquait pour attirer l'attention. Une grosse industrie ne peut, en effet, vivre sans être organisée. On faisait donc de la standardisation et du taylorisme comme M. Jourdain faisant de la prose, sans le savoir. Ainsi le système métrique n'est-il pas une standardisation des unités de mesure ? Le système de filetage n'a-t-il pas été la première grosse application de la standardisation à l'industrie, et enfin les cahiers des charges unifiés des compagnies de chemins de fer ne sont-ils pas une autre preuve que cette question n'était pas méconnue en France; enfin le Comptoir des tôles et larges plats, celui des Poutrelles, les diverses organisations de vente, n'est-ce pas de la rationalisation ?

Chaptal est lui-même, dans une certaine mesure, un précurseur de Taylor quand il écrit : « On ne « parle dans les ateliers que du caprice des opéra- « tions, mais il paraît que ceci a pris naissance dans « l'ignorance où sont les ouvriers des principes de leur « art, car la nature n'agit pas d'elle-même avec dis- « cernement; elle obéit à des lois constantes. La « matière morte que l'on emploie dans les ateliers « présente des effets nécessaires où la volonté n'a « aucune part, et par conséquent ne saurait avoir « aucun caprice. Connaissez mieux vos matières pre- « mières, pourrait-on dire aux artisans, étudiez mieux

« les principes de votre art, et vous pourrez tout « aborder et tout calculer ».

Puis les administrations napoléoniennes ne sont-elles pas une application de grande envergure du fayolisme ?

Quoi qu'il en soit, il n'est pas inutile de préciser ce que veulent dire chacun de tous ces termes qui viennent à la bouche ou sous la plume quand il s'agit d'organisation et dont l'emploi à tort et à travers crée dans les esprits la plus grande confusion.

Définir les mots dont on use, est en effet la première condition quand on veut discourir scientifiquement, et permettre de se comprendre et de s'entendre.

Parlons d'abord du Taylorisme.

Le Taylorisme est basé sur l'observation, mais cette observation n'a pas pour but essentiel d'étudier les rapports entre l'exécution matérielle et l'acte de gestion, rapports qui doivent être conformes aux principes de la doctrine administrative, mais au contraire d'analyser les gestes du travail manuel, pour en induire les méthodes de commandement appropriées. C'est là qu'il convient de saisir la grande différence existant entre le Taylorisme et le Fayolisme dont il sera question dans quelques instants.

Le Fayolisme est essentiellement une étude des rapports, partant une étude à base expérimentale, sans doute, mais l'expérience étant uniquement destinée à soutenir une thèse rationnelle. Le Taylorisme part des faits et s'en tient aux faits. Les faits d'exécution matérielle sont caractérisés par les temps et par la spécialisation, et tout le système Taylor repose sur ces deux bases, l'étude des temps et l'étude de la spécialisation.

Les conclusions générales des longues observations de Taylor sont les suivantes :

Pour obtenir de meilleurs résultats dans le rendement d'un atelier, il n'importe pas d'avoir des hommes aux qualités exceptionnelles, mais il faut étudier avec précision le travail de chacun, adapter l'homme à sa tâche, le guider, l'orienter, en faire un collaborateur en lui donnant le sentiment de la part effective qui est la sienne dans la gestion de l'entreprise.

Ainsi, sans étude particulière d'administration, sans que la question du commandement vienne encore préoccuper son esprit, Taylor formule les quatre principes qui doivent être suivis dans l'organisation des usines :

1° Régler chacun des éléments du travail de l'homme, d'après des données scientifiques qui remplacent la vieille méthode du pouce et de l'œil.

2° Procéder scientifiquement pour le choix, la formation et le développement de l'ouvrier, au lieu de le laisser, comme autrefois, se livrer à un travail vers lequel le hasard seul l'avait conduit et se former comme il le pouvait.

3° Collaborer cordialement avec les hommes en s'assurant que tout le travail est fait suivant les principes de la technique la mieux établie.

4° Partager la responsabilité entre la Direction et l'ouvrier; la direction se chargeant de tout le travail pour lequel elle est mieux préparée que l'ouvrier, tandis qu'autrefois presque tout le travail et la plus grande partie de la responsabilité retombaient sur l'ouvrier.

Ces principes, Taylor a soin de le noter, valent pour tous ateliers d'ouvriers et beaucoup d'employés.

On peut être étonné que Taylor ait limité le champ de ses observations à l'atelier, et qu'il n'ait pas dirigé ses regards vers l'ensemble de l'entreprise. C'est que Taylor, au début de sa carrière n'était ni un théoricien, ni un homme de science, et qu'il est resté très longtemps ouvrier; et qu'ensuite, esprit très consciencieux, il n'a pas voulu abandonner la tâche qu'il avait entreprise, alors le temps lui a manqué pour en aborder une autre.

Mais en demeurant dans le cadre d'un atelier, Taylor fait la distinction entre l'exécution et la préparation. La préparation a des buts nettement définis qui sont :

1° Déterminer les perfectionnements possibles dans les accessoires, outillage, etc..., nécessaires à l'exécution d'une tâche donnée.

2° Déterminer les perfectionnements possibles dans l'exécution du travail même de l'ouvrier.

3° Fixer les tâches et déterminer le temps unitaire dans lequel la tâche devra être exécutée.

4° Prévoir dans l'ensemble de l'atelier les seules liaisons nécessaires.

L'étude du temps unitaire constitue l'étude fondamentale de la préparation.

Pour ce qui concerne l'exécution Taylor veut à l'atelier un commandant chargé de prendre les décisions et à côté de lui le chef d'allure, le chef de la réparation, et le contrôleur du fini de l'exécution. On voit donc comment de l'atelier le taylorisme permet de s'élever à la considération générale de l'entreprise. L'idée de spécialisation et de collaboration y prend une importance particulière.

Le Fayolisme est, avant tout, une doctrine qui puise ses forces dans l'expérience, qui cherche à devenir une science quand les rapports entre les faits prennent un caractère de généralité suffisante. Ce sont les observations, les faits de la vie quotidienne d'une industrie qui fournissent à M. Fayol, le cadre de ses raisonnements, et ils constituent la base de son induction scientifique.

Les principes établis, l'art administratif trouve naturellement son application dans de nombreux domaines, l'industrie, l'armée, les services publics, etc.

Les doctrines administratives de M. Fayol formulent des principes d'administration, que nous nous bornons à énumérer : Unité de direction, unité de commandement, permanence du commandement, hiérarchie, centralisation, initiative et responsabilité, autorité, discipline, ordre, exactitude, économie, vigilance, équité et bienveillance, union du personnel, stabilité du personnel, subordination à l'intérêt général, rapidité d'exécution.

L'application de ces principes donne lieu à des « procédés d'administration » qui facilitent la tâche administrative des chefs dans chacun de ces élé-

ments : prévision, organisation, commandement, coordination et contrôle. Parmi ces procédés, le tableau d'organisation, programme d'action, les procès-verbaux de conférences des chefs de services, et la documentation générale constituent l'outillage administratif du chef.

La formation du personnel est, avec les moyens de rémunération, l'un des procédés d'administration les plus importants

Le gouvernement d'une entreprise consiste essentiellement dans la conduite des hommes et pour obtenir du bon travail il faut avoir un personnel bien entraîné.

Longtemps on a cherché à opposer le système Taylor et la doctrine administrative de Fayol, comme si taylorisme et fayolisme avaient le même domaine. Le Congrès international de l'organisation scientifique qui s'est tenu à Bruxelles en 1925, a tranché définitivement le débat en montrant que le taylorisme et le fayolisme sont deux branches connexes de la science de l'organisation des entreprises.

Le mot *Rationalisation* est loin d'avoir le même sens pour tous ceux qui l'emploient, mais pris dans son sens général, il exprime l'application des méthodes rationnelles d'organisation de travail à toutes les branches d'activité économique.

Cependant, la combinaison de ces méthodes, leur application simultanée à la production, à la circulation, à la distribution et à la consommation des richesses dépasse de beaucoup la simple « disposition rationnelle » qui correspond au terme rationalisation, récemment importé d'Allemagne. Il s'agit là en effet de toute une politique dans laquelle l'action volontaire tient au moins autant de place que la raison.

Ainsi le mot doit être pris dans un sens beaucoup plus vaste que celui de son étymologie. Certains ont proposé d'entendre par là simplement la disposition rationnelle des moyens à mettre en œuvre et on conserverait le mot organisation pour définir la mise en œuvre même de ces moyens, l'application des méthodes à la création et au fonctionnement des divers organes que comportent les entreprises.

La rationalisation est dirigée par quatre grands principes :

1° Un principe d'économie de l'effort, libérant l'homme de tout travail qui peut être fait à meilleur compte par les machines en tenant compte du rendement dans l'acquisition et dans l'emploi des moyens d'exécution et visant enfin à la disposition méthodique de tous ces moyens.

2° Le principe de la division du travail, connu depuis si longtemps, et dont Taylor a étendu l'application non seulement à l'exécution des tâches parcellaires, mais encore à la conduite de la main-d'œuvre.

3° Le principe de normalisation, mettant à profit la force de l'habitude qui éduque le système nerveux et le système musculaire pour donner au travailleur une habileté nouvelle.

La normalisation porte, bien entendu sur toutes les parties de l'outillage, y compris registres et imprimés, et sur tous les produits fabriqués par l'entreprise.

4° Le principe de continuité des opérations, suivant lequel toutes les tâches parcellaires doivent être exécutées dans un ordre logique et étudié de manière à réduire au minimum le temps de passage d'une opération à la suivante.

C'est ce principe qui a fait substituer la « fabrication à la chaîne » à l'ancienne pratique dans laquelle les opérations se faisaient au hasard des possibilités des machines et des disponibilités du personnel.

Mais la *normalisation* dans un sens étroit consiste en la mise au point de type bien défini, correspondant à la meilleure utilisation des matières, à la meilleure économie de main-d'œuvre et dont l'emploi peut être le plus général possible. Elle consiste, en un mot à créer des types standards auxquels tout le monde puisse se rallier, suivant l'étymologie même du mot standard qui provient d'étendard signe de ralliement des armées.

La *standardisation* ou normalisation représente donc la même idée, et cette idée, on le voit, ne présente rien de nouveau que sa systématisation dûe, il faut le reconnaître, aux Américains. Elle représente incontestablement un progrès.

En toute chose il faut observer la mesure et voici que la « Journée Industrielle » nous signale à diverses reprises d'Allemagne, où la rationalisation a été poussée à l'extrême, que l'économie qui en résulte a une limite et que certaines dispositions quand elles sont outrées coûtent plus cher qu'elles ne rapportent. C'est ici que le bon sens français interviendra et qu'il saura faire la juste part de chacune des conceptions dont nous avons exposé les principes et qui nous ont été offertes comme des « nouveautés » d'outre-mer.

L. P.

*
**

La Houille blanche.

A raison de l'abaissement du prix du courant électrique par l'emploi de l'énergie hydro-électrique et par l'application de tarifications spéciales pour la consommation du courant pendant les heures de moindre utilisation, on voit se répandre les installations de chauffage électrique par accumulation, de même que l'usage de la traction électrique par accumulateurs. Les installations de chauffage électrique de pose, par la simplicité des divers organes entrant dans leur construction, par le peu de surveillance par accumulation se recommandent par leur facilité qu'elles nécessitent et par leur prix d'achat abordable. Cela explique pourquoi les Suisses, les Norvégiens, les Italiens et, d'une façon générale, les possesseurs et utilisateurs de houille blanche ont fait à ce sujet un très gros effort pendant la guerre, alors que le ravitaillement en combustible était fort difficile. Les installations établies ont subsisté; d'autres ont été faites, et, actuellement, non seulement dans les villes, mais dans les campagnes, la diffusion des

appareils de chauffage par accumulation commence à être importante. En France, ce système est peu à peu appliqué d'une façon progressive. Alors que, pendant longtemps, on considérait le chauffage par l'électricité comme un chauffage de luxe, on commence à se rendre compte que, par l'utilisation de l'énergie hydroélectrique dans les pays à houille blanche, et, dans les autres pays, quand on applique des tarifs réduits pour le courant de nuit et pendant les heures de moindre utilisation, si l'on considère que les appareils électriques ont un rendement très voisin de 100 %, alors que le rendement des autres appareils généralement employés n'est que de 20 à 25 %, l'écart entre le prix de revient de la calorie produite par l'électricité et celle produite par les autres moyens de chauffage tend à s'atténuer et même à disparaître : d'autre part, bien que la somme déboursée pour l'achat d'appareils électriques fasse parfois reculer l'acquéreur de ces appareils, on commence à se rendre compte qu'une partie plus ou moins grande du prix d'acquisition est récupérée par la simplicité des travaux d'installation nécessités.

On sait que le principe de tous les appareils de chauffage par accumulation est de transformer l'énergie électrique en énergie calorifique et de restituer, au moment opportun, les calories précédemment accumulées dans un milieu approprié au service de l'appareil. Le chauffage des locaux d'habitation par poêles à accumulation se fait au moyen d'un dispositif se recommandant par sa facilité d'installation et sa commodité, et ce système est particulièrement utile dans les villes, villages et campagnes, où le ravitaillement en combustible est malaisé et difficile. Il est en effet plus commode de tourner un commutateur que de débiter et d'emmagasiner les produits d'une forêt, ou bien de courir après un charbon de mauvaise qualité, et, par conséquent, de prix excessif.

Les poêles à accumulation sont en général de forme parallélépipédique et recouverts avec des carreaux en faïence. Intérieurement, ils sont remplis avec des briques ou de la terre réfractaire, ce qui permet d'accumuler sous un volume relativement réduit une quantité importante de calories, grâce à la chaleur spécifique élevée et à la bonne conductibilité des briques ou de la terre réfractaire. Ces poêles sont construits pour être chauffés pendant les heures de nuit par des résistances, noyées dans la masse, des matières servant d'accumulateurs de chaleur. Par des trappes, judicieusement disposées, les unes à la partie supérieure, les autres à la partie inférieure du poêle, on établit pendant les heures de chauffage, un courant d'air à l'intérieur de l'appareil, et la chaleur emmagasinée est enlevée par convection. On peut estimer que, dans des conditions normales d'utilisation, les appareils accumulant 75 à 80 % des calories produites; 20 à 25 % de ces calories sont dissipées par radiation des parois extérieures et par convection pendant les heures de charge. On évalue que, si le chauffage dure pendant 15 heures avec un poêle absorbant une puissance de 2 kilowatts et se chargeant en 9 heures, c'est-à-dire consommant 18 kilowatts-heures, dont 13,5 seulement sont utilisables pour le chauffage de jour, on peut maintenir à l'intérieur d'une salle de 100 mètres cubes environ une différence de température de 18 degrés centigrades avec l'extérieur.

Etant donnés les avantages incontestables, que peut présenter, aussi bien pour les consommateurs que pour les producteurs et distributeurs d'énergie, l'emploi du courant à certaines heures, nombreux sont déjà les secteurs, qui s'efforcent de développer l'emploi de l'électricité par accumulation dans leur zone de distribution, et il n'est pas douteux que, dans un avenir plus ou moins éloigné, lorsque les réseaux de distribution rurale seront installés, les campagnes pourront, aussi bien que les villes, faire un emploi de cette nouvelle application de l'électricité au chauffage.

L'emploi de plus en plus généralisé de la houille blanche pour la production du courant électrique, les tarifications de faveur pour le courant de nuit, permettant de charger dans de bonnes conditions pendant la nuit les véhicules circulant le jour, ont pour conséquence une diminution du prix du courant, et, par suite des frais de traction électrique par accumulateurs. On envisage donc de plus en plus l'emploi du véhicule électrique au lieu des voitures à essence à cause des avantages qu'il présente. Actuellement, le véhicule électrique est d'un emploi courant en Amérique, et c'est aux Etats-Unis, pays producteur de pétrole par excellence, que les véhicules à accumulateurs sont les plus nombreux et atteignent le nombre de 50.000 environ : ce mode de traction a déjà fait ses preuves en Angleterre, en Suisse, en Italie. Il commence à les faire en France : il suffit, pour s'en rendre compte, de constater les rapports relatifs aux essais organisés par l'*Union des Syndicats d'Electricité*, avec le concours de la *Commission technique de l'Automobile-Club* et celui de l'*Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions*, il en résulte un mouvement important en faveur de ce type de véhicule. Il a été constaté que la durée de ces véhicules, d'après les essais faits en Amérique, est environ le double de celle des véhicules à essence. Ils sont peu coûteux d'entretien, les frais de traction, constitués, en majeure partie, par des dépenses de courant, sont appelés à diminuer de plus en plus, pour les raisons énoncées ci-dessus : les dépenses d'usure des pneumatiques ont une faible importance relative et ne sont pas plus élevées que pour les véhicules à essence; les dépenses d'assurances et d'impôts sont très réduites, étant donné le peu de risque d'incendies et la faible puissance des moteurs employés. M. Furer, directeur général des Postes suisses, dans un rapport de novembre 1923, a comparé les prix de revient du kilomètre-voiture, de deux camions de deux tonnes, l'un électrique et l'autre thermique : si l'on évalue le prix en francs suisses, il a établi que le premier coûte 1 fr. 06 par kilomètre avec un prix du kilowatt-heure de 8 centimes : le second

revient à 1 fr. 57 le kilomètre, avec une essence coûtant 0 fr. 50 le litre.

On peut noter également que la construction des véhicules électriques est simple, avec des organes principaux extrêmement robustes et peu complexes, sans pièces fragiles; enfin les organes de transmission n'ont pas à supporter les chocs d'un moteur à mouvement alternatif. Quant aux accumulateurs, ils sont à la fois solides et d'un entretien relativement facile, s'ils sont en plomb : l'entretien est pratiquement nul, s'ils sont en fer-nickel. Le châssis est identique à celui des voitures à essence. La simplicité de construction et l'emploi d'organes robustes permettent une grande régularité de marche et une réduction du temps perdu en réparation. La conduite du véhicule électrique est d'ailleurs plus simple que celle des voitures à essence : les démarrages sont très souples, les changements de vitesse très faciles, de sorte que la voiture à accumulateurs peut être confiée à un personnel non spécialisé dans la conduite des voitures automobiles.

En revanche, il faut remarquer que les voitures électriques, vu l'état actuel de construction de batteries d'accumulateurs et le manque de diffusion des postes de charge, doivent être réservées à des transports réguliers sur parcours limités : la quantité d'énergie électrique emmagasinée ne permet en effet, en général, qu'un parcours de 70 à 100 kilomètres, suivant la capacité de la batterie; quant à la vitesse, elle est limitée à 40 kilomètres à l'heure environ pour les voitures légères et ne peut dépasser 20 à 25 kilomètres pour les camions. Pour les grandes courses, elles ne peuvent remplacer les voitures à essence : on n'a pas encore eu cette prétention; mais, dans les conditions que nous venons d'énoncer, une voiture électrique peut rendre de grands services, et, notamment dans les exploitations agricoles, elle permet d'aller faire au marché les livraisons des produits de la ferme, elle peut être employée pour un service régulier de transport dans les campagnes, pour desservir les petits villages, mal desservis par les chemins de fer.

L'emploi de l'automobile à essence commence à se développer dans les campagnes : pourquoi l'agriculteur n'adopterait-il pas, dans bien des cas, le véhicule électrique, lorsqu'il pourrait bénéficier de tarifs réduits pour le coût du courant électrique?

L.

*
**

Les « courts-circuits » électriques. Leurs causes trop fréquentes : installations défectueuses et « bricolages » des abonnés.

Le public est porté en général à considérer l'électricité comme une aggravation des risques d'incendie, et la même opinion est partagée par les compagnies d'assurances, faisant payer une surprime légère, mais caractéristique, pour les immeubles desservis électriquement. Tous justifient cette manière de voir, en citant un nombre imposant de sinistres causés ou supposés tels par des « courts-circuits ». Il est bien facile d'accuser l'électricité de tous ces méfaits, et on en abuse, alors que presque toujours, les incendies sont dus, non pas à l'électricité proprement dite, mais aux défectuosités des installations, faites par des entrepreneurs d'occasion et incapables, ou au « bricolage » des abonnés eux-mêmes. Non seulement, on devrait réglementer la profession d'installateur, mais on devrait exercer un contrôle sévère sur les installations faites, en dépit des règlements, par des ouvriers incompétents ou peu scrupuleux, n'offrant, au point de vue responsabilité, aucune surface, ou bien insuffisamment qualifiés et incapables d'appliquer correctement le règlement. Certes, il est nécessaire, dans l'intérêt même des abonnés, que puisse s'exercer la libre concurrence entre les installateurs, mais à la condition que ces installateurs soient patentés et que leurs ouvriers possèdent réellement les connaissances en électricité, qui sont indispensables. Le monteur sérieux, mais ne connaissant qu'incomplètement son métier, commettra des bévues involontaires, et le monteur, ayant la technique, mais peu soigneux, en commettra par négligence.

Les installations, il faut le dire, sont trop souvent réceptionnées à la légère et par des agents subalternes, qui se laissent parfois « influencer ». Or, rien n'est plus délicat que de vérifier une installation, et rien n'est plus difficile que de déceler des défauts que le monteur s'est évidemment efforcé de dissimuler. Le rôle de réceptionnaire devra être confié, autant que possible, à un ancien monteur vieilli dans le harnais, pour appliquer ce principe bien connu et très exact que « pour faire un bon garde-chasse, il faut avoir été un bon braconnier ». Les réceptions des installations doivent être surveillées de très près, afin que les règles édictées par l'Union des Syndicats ne restent pas lettre morte. C'est ainsi, par exemple, que des entrepreneurs mettent en œuvre des moulures en bois encore vert et de dernier choix avec des rainures mal tracées, à parois intermédiaires n'ayant pas l'épaisseur minima prescrite et éclatant quelquefois sous les pointes. Il arrive aussi que les monteurs, payés souvent aux pièces, sont tentés de sacrifier les précautions à la vitesse, et alors, les pointes enfoncées trop hâtivement détériorent les isolants recouvrant les fils, et il est rare que, dans les locaux humides, les moulures soient hydrofugées ou maintenues écartées des murs par des cales également imperméabilisées. Si les surfaces, sur lesquelles on veut les appliquer, sont gauches, crevassées ou peu résistantes, il faut qu'elles adhèrent suffisamment pour épouser les formes exactes des murs, chevrons, etc., etc... Le long des murs recouverts d'enduits peu plastiques, qui cassent et se désagrègent sous le choc, les moulures simplement clouées, se détachent d'elles-mêmes, et l'abonné, en les reclouant, provoque ou prépare les courts-circuits.

Trop souvent, des installateurs incapables ou peu scrupuleux, emploient un matériel défectueux comme sécurité d'isolement ou comme résistance mécanique

et, surtout dans les campagnes ou petites villes, où la concurrence est nulle ou trop réduite, le contrôle étant, en plus, absolument nul ou presque nul, on se trouve en présence d'installateurs improvisés : serruriers, mécaniciens, marchands de petit matériel, manœuvres sans connaissances spéciales, s'intitulant électriciens. Ce sont les responsables de la majeure partie des installations mal faites et de tous les dangers, qui en découlent, et la concurrence déloyale, résultant du nombre exagéré des entrepreneurs non qualifiés est la vraie cause du discrédit que traverse trop souvent la profession d'installateur et dont se plaignent amèrement les vrais professionnels soucieux de leur bon renom.

Il y a lieu d'ajouter que bien des abonnés, après avoir fait faire une installation vraiment soignée, considèrent comme la chose la plus simple du monde, d'adjoindre ici une prise de courant, là une balladeuse, etc., etc... Un bout de fil souple acheté au bazar, évite de déranger un électricien. Et alors, il n'est pas surprenant de constater, au bout d'un temps plus ou moins long, que l'installation primitive a perdu de sa sécurité. Il faut lutter contre cette mentalité, qui porte à « bricoler » une installation. Mettre le feu ou se faire tuer pour réaliser une économie de quelques francs n'est jamais une solution recommandable.

D. L.

§ 2. — Agriculture.

L'azote synthétique et les engrais azotés. Leur influence sur les progrès de l'agriculture.

Une conférence internationale de l'azote, où quinze nations, notamment la France, l'Allemagne, l'Angleterre, ont été représentées, a traité du problème de l'azote et des perspectives d'avenir de cette branche de l'industrie chimique, principalement au point de vue de l'agriculture. On y a examiné la question des nouveaux engrais, du nitrate de chaux et de l'azote synthétique, en constatant que les résultats déjà atteints dans l'agriculture par l'emploi de ces nouveaux engrais étaient des plus satisfaisants, et en examinant les relations existant entre les prix de l'azote, ceux des denrées agricoles et les débouchés de l'azote, la rentabilité de l'emploi de l'azote s'étant accrue notablement par l'élévation des prix depuis 1913-1914, l'accroissement de la consommation mondiale ayant suivi jusqu'ici une marche parallèle à l'accroissement de la production mondiale de l'azote. Le devoir des gouvernements serait d'arriver à obtenir une réduction maxima des frais, de façon à obtenir au meilleur marché cette matière essentielle aux exploitations agricoles, l'engrais azoté, et à supprimer les droits de douane sur les engrais azotés : on a également envisagé les moyens de soutenir les institutions de crédit, qui permettent de mettre à la disposition des agriculteurs, concernant les engrais azotés, des fonds à très bon compte jusqu'à la vente de la récolte. Si l'on envisageait l'avenir dans les temps plus ou moins éloignés, les besoins mondiaux seraient probablement très larges, mais l'industrie de l'azote synthétique doit s'adapter, au fur et à mesure, aux besoins des fermiers.

Il y a lieu d'étudier la question du maintien de la fertilité avec l'aide des engrais chimiques, leurs effets catalytiques et antitoxiques, la nécessité d'un équilibre convenable entre ces divers éléments fertilisants et l'utilité d'alterner leur application. Des recherches scientifiques devront être constamment poursuivies avec les moyens les plus larges.

Quant au travail du sol, il a pour objet la préparation d'un milieu favorable au développement des végétaux : les engrais azotés apportent au sol les éléments azotés sous des formes variées : ils donnent une vive impulsion à la végétation. Convient-il de s'orienter surtout vers le travail du sol? Faut-il donner la préférence aux engrais azotés dont l'utilisation satisfait plutôt la théorie minérale? Il ne semble pas que des essais systématiques assez complets aient été effectués pour permettre de donner à ces diverses questions une réponse catégorique. L'interprétation des faits montre que le climat d'un lieu envisagé exerce une influence assez décisive sur les pratiques actuellement en usage. Les conditions, dans lesquelles évoluent les substances azotées sous les diverses influences microbiennes ne paraissent pas étrangères à ces techniques si différentes. En tout cas, il est recommandable d'instituer des essais qui montreront dans quelles conditions on peut améliorer le travail du sol, en augmentant les quantités d'azote empruntées à des sources extérieures.

L.

LA PHYSIQUE DE L'UNIVERS

Les anciens se contentaient pour la plupart de regarder l'Univers comme un théâtre spécialement construit pour le drame de la vie humaine. Les hommes, et même les dieux que l'homme avait créés à sa propre image, apparaissaient, vivaient, et disparaissaient après avoir, une courte heure, paradé sur une scène qui avait pour arrière-plan permanent les collines éternelles et les cieux immuables. On pensait bien un peu à la naissance de l'Univers, à sa création ou à son apparition hors du chaos, mais bien peu se représentaient le monde comme vivant sa vie, et passant de la naissance à la mort de la même façon que font un arbre ou un être humain.

Avec les temps modernes l'idée d'un changement séculaire s'est introduite. Les géologues ont commencé à envisager dans la Terre un ensemble changeant, et les astronomes ont eu l'idée de l'évolution des étoiles, voyant en elles des corps qui naissent, qui vivent une vie de changement graduel, et meurent finalement.

Mais, semblait-il, nul changement ne devait atteindre les éléments ultimes de l'Univers, les atomes. L'hypothèse que toute matière consiste en atomes permanents, indivisibles, et inchangeables, qui avait été formulée déjà dès le v^e^ siècle avant notre ère, par Leucippe et Démocrite, subsista pratiquement intacte jusqu'à la fin du XIX^e^ siècle. Le vieillissement de l'Univers était supposé consister simplement dans un changement d'arrangement d'unités indestructibles, elles-mêmes incapables de changer ou de se décomposer. Comme les cubes de bois dans une boîte de blocs pour enfant, les atomes constituaient des constructions diverses et nombreuses tour à tour.

CHANGEMENTS ATOMIQUES

Puis Crookes, Lenard, et surtout Sir J. J. Thomson se mirent à décomposer l'atome. Les éléments de l'Univers qui, pendant plus de 2.000 ans avaient été considérés comme indestructibles apparurent tout à coup comme très susceptibles de se voir arracher des fragments. Et en 1895, un événement capital se produisit; Sir J. J. Thomson montra que ces fragments sont identiques, de quelque type d'atome qu'ils proviennent : ils ont masse égale, et portent charges négatives égales d'électricité, d'où le nom d'électrons qui leur a été donné. Deux ans après, l'explication que fournit Lorentz de l'effet Zeeman nouvellement découvert, donna la preuve que les parties mobiles à l'intérieur des atomes sont des électrons exactement similaires.

La série des recherches ayant les faits précédents pour point de départ, fut quelques années après, coordonnée dans le tableau que présenta Rutherford de la structure atomique. Les propriétés chimiques et la nature de l'atome étaient supposées résider dans un noyau central infinitésimal, portant une charge positive d'électricité, autour duquel des électrons à charge négative décrivent des orbites étendues. En déblayant un espace autour du noyau central, et en empêchant de la sorte d'autres atomes de trop approcher, ces orbites électroniques donnèrent du volume à l'atome. Le volume d'espace maintenu libre par les électrons est incomparablement plus grand que le volume total des électrons : le rapport des volumes est, en gros, celui du champ de bataille aux balles. L'atome, avec un rayon d'environ 2×10^{-8} centimètres, a environ 100.000 fois les dimensions, donc à peu près 10^{15} fois le volume d'un électron isolé dont le rayon est d'environ 2×10^{-13} centimètre. Selon toute probabilité le noyau est encore plus petit que les électrons.

Le nombre des électrons qui, dans un atome, tournent autour du noyau, porte le nom de nombre atomique de l'atome, il varie de 1, chez l'hydrogène, le plus léger et le plus simple des atomes, à 92 chez l'uranium, qui a l'atome le plus massif et le plus complexe connu.

En même temps la physique découvrait que les noyaux eux-mêmes ne sont ni permanents ni indestructibles. En 1896, Becquerel découvrait que les sels d'uranium ont la propriété, qui parut alors remarquable, d'agir sur les plaques photographiques voisines. Observation qui conduisit à la découverte d'une nouvelle propriété de la matière, la radioactivité, et tous les résultats obtenus au cours des quelques années qui suivirent furent coordonnés dans l'hypothèse de la « désintégration spontanée » proposée par Rutherford et Soddy en 1903, hypothèse d'après laquelle la radioactivité indique une dissociation spontanée des noyaux atomiques. On était bien loin de l'idée que les atomes sont permanents et indestructibles : leur noyau même se présentait comme s'effritant avec le temps, de telle sorte que ce qui fut, un temps, le noyau d'un atome d'uranium, devenait le noyau d'un atome de plomb, et 8 particules alpha qui sont les noyaux d'atomes d'hélium. Au cours du processus une radiation est émise, celle qui impressionna les

plaques photographiques de Becquerel, et qui conduisit à la découverte de la propriété radioactive de la matière.

Si l'on excepte les deux cas sans importance du potassium et du rubidium, la radioactivité ne se présente que chez les atomes les plus complexes et massifs : en fait elle ne se présente que pour les atomes ayant nombre atomique supérieur à 83. Pourtant, bien que les atomes légers ne présentent pas la désintégration spontanée comme font les atomes radioactifs lourds, les noyaux des premiers aussi sont de structure composée, et peuvent être dissociés de façon artificielle. En 1920, Rutherford a réussi à briser les noyaux des atomes d'oxygène et d'azote, en les bombardant avec des particules alpha à grande vitesse.

Le succès de cette expérience a conduit à l'hypothèse, qui d'ailleurs n'a pas encore été établie de façon indubitable, que tout l'Univers est construit avec deux espèces seulement d'éléments ultimes, les électrons et les protons. Chaque proton porte une charge positive exactement égale en quantité à la charge négative portée par un électron. Les protons sont supposés être identiques au noyau de l'atome d'hydrogène ; tous les autres noyaux sont supposés consister en édifices serrés de protons et d'électrons.

En dehors des électrons et protons matériels, l'atome contient encore un troisième élément : de l'énergie électro-magnétique. La théorie électro-magnétique moderne montre que toute radiation porte avec elle de la masse, un gramme de masse étant associé à 9×10^{20} ergs, ou $2{\cdot}15 \times 10^{13}$ calories de radiation. Comme conséquence nécessaire toute substance émettant de la radiation doit en même temps perdre de la masse : la désintégration spontanée de toute substance radioactive implique une diminution spontanée de poids. Le destin ultime d'un gramme d'uranium est exprimé par l'équation :

$$1 \text{ gr. uranium} \left\{ \begin{array}{l} 0{,}8653 \text{ gr. plomb} \\ 0{,}1345 \text{ gr. hélium} \\ 0{,}0002 \text{ gr. radiation} \end{array} \right.$$

Exprimé de façon très générale le phénomène de la radioactivité peut être décrit comme une transformation de masse matérielle en radiation, ou, sous une forme légèrement différente, comme la libération de radiation par une destruction de masse matérielle. Là où existaient 4.000 gr. de matière, il n'en subsiste que 3.999, le gramme manquant ayant disparu sous forme de radiation.

Pourtant les 3.999 gr. de plomb et d'hélium contiennent exactement les mêmes protons et électrons que les 4.000 gr. primitifs d'uranium ; nous pourrons donc dire que les 4.000 gr. d'uranium consistaient en électrons et protons ensemble, avec 1 gramme d'énergie électro-magnétique emboutéillée qui, depuis, s'est échappée sous forme de radiation.

Autant que nous renseigne l'expérience terrestre, cette dissolution de masse en radiation constitue un processus ne se faisant que dans un seul sens. Les roches terrestres prouvent abondamment que l'uranium s'est, de façon continue, désintégré en plomb, hélium, et radiation depuis des milliers de millions d'années, mais rien ne donne à penser que le processus inverse se soit jamais présenté.

Nous avons le devoir de supposer qu'il y a aujourd'hui sur terre moins d'uranium qu'il n'y en avait hier, et que demain, il y en aura moins encore. En conséquence, la Terre chaque jour rayonne un peu plus de chaleur qu'elle n'en reçoit du Soleil, et sa masse diminue continuellement. D'après Jeffreys[1] le flux, vers l'extérieur, de la radiation, juste à l'intérieur de la surface de la Terre est d'environ $1{,}9 \times 10^{-6}$ calorie par centimètre carré à la seconde ; sauf 13 % environ la totalité est fournie par la désintégration radioactive de la substance de la Terre. D'après cela nous pouvons calculer que la désintégration radioactive fait diminuer la masse de la Terre d'un peu moins qu'une once (28 gr. 350) à la minute. C'est à ce taux que les atomes terrestres libèrent leur énergie et la déversent dans l'espace sous forme de radiation. Sur la Terre, en tout cas, l'écoulement se fait toujours dans le même sens, les atomes complexes faisant place aux simples, et la masse se transformant en radiation. Il est tout naturel de se demander si l'étude de la physique de l'Univers révèle que ce processus n'est qu'une partie d'un cycle clos, de sorte que la déperdition que nous voyons s'accomplir sur terre se trouverait contrebalancée ailleurs. Nous sommes sur les bords d'un fleuve et nous en guettons le courant qui perpétuellement porte les eaux à la mer, mais nous savons qu'en son temps cette eau vient à être transformée en nuages, puis en pluie qui alimente la rivière. L'Univers physique est-il un système cyclique similaire ou bien devrions-nous le comparer à un fleuve qui ne possédant pas de source où s'approvisionner doit cesser de couler après s'être dépensé ? Pour répondre à ces questions il faut essayer d'abord de remonter notre fleuve terrestre jusqu'à sa source.

1. *The Earth*, p. 83.

L'origine du Radium et de l'Uranium terrestres

Les atomes radioactifs sont de sortes diverses, mais tous ont en commun la propriété de la désintégration spontanée. Le temps qu'il faut pour que cette dernière s'achève varie beaucoup. Certains types d'atomes ont de longues existences se chiffrant pas des centaines de millions d'années; d'autres ont une vie brève, de quelques années, jours, heures ou secondes. De tous l'actinium A est le plus éphémère : sa durée de vie est en moyenne de 0,002 seconde. Prenons l'uranium et le radium comme exemples types des deux classes.

La désintégration spontanée réduit n'importe quelle quantité de radium de moitié en 1580 ans, de sorte que si toute la terre était en radium pur il n'en resterait qu'un seul atome après un quart de million d'années.

Comme la Terre a plusieurs millions d'années d'âge nous pouvons être assurés que tout atome de radium se trouvant actuellement sur terre est né sur celle-ci. Soddy, Boltwood et d'autres ont étudié les ancêtres du radium. Le propre père de celui-ci est l'ionium, et ce dernier à travers l'uranium X provient de l'uranium lui-même.

D'autre part il faut à un amas d'uranium 5.000 millions d'années pour se réduire de moitié. Comme la Terre doit être née du Soleil il y a quelque 2.000 millions d'années, la plus grande partie de l'uranium qu'elle a pu apporter avec elle, hors du Soleil, doit exister encore. Comme rien ne nous démontre que de l'uranium naît sur terre, et comme nulle substance n'est connue, d'où pourrait sortir de l'uranium, il est raisonnable de considérer l'uranium que possède présentement la Terre comme le reste de ce qu'elle en prit originellement au Soleil. Une provision initiale de 10^{19} grammes environ suffirait.

Cet uranium n'a pu exister de tous temps, car la vie moyenne d'un atome d'uranium n'est que 7.000 millions d'années environ. Alors comment a-t-il pu prendre naissance? Fut-il créé dans le Soleil, ou bien le Soleil, comme la Terre, commença-t-il sa carrière avec une provision qui a continuellement diminué et qui est destinée à disparaître entièrement pour finir?

La réponse à cette question doit dépendre naturellement de l'âge que nous attribuons au Soleil, et pareille enquête nous mène un peu loin.

L'age des Etoiles et du Soleil

Dans un mémoire classique publié en 1878 Clerk Maxwell a étudié le comportement d'un gaz dont les molécules étaient supposées être des points massifs se repoussant mutuellement avec une force variant inversement comme la 5e puissance de la distance. Il n'y avait nulle possibilité de collision directe, puisque les molécules étaient supposées être de dimensions infinitésimales, mais à mesure que chaque molécule suivait son parcours parmi ses pareilles il arrivait à l'occasion que deux d'entre elles se rapprochassent assez pour agir toutes deux sur le mouvement de l'autre, comme eût fait une collision directe. A chaque rencontre de ce genre un transfert d'énergie s'opérait, la tendance générale étant à l'égalisation des énergies; la molécule se mouvant avec plus d'énergie étant ralentie, et la lente prenant un mouvement plus vif. Si les molécules étaient de poids différents leurs rencontres continuelles devaient aboutir à un état où les lourdes et les légères se mouvaient avec la même énergie, les molécules plus légères rachetant la petitesse de leur masse par la rapidité de leur mouvement.

Le fait que les molécules d'un gaz tendent à présenter pareil état ne constituait pas une découverte. Il était connu depuis quelques années, mais la recherche de Maxwell fournissait un moyen de calculer le temps nécessaire à l'établissement de cet état final d' « équipartition d'énergie ». Maxwell calcula un temps qu'il appela « temps de relâchement » au bout duquel toutes les déviations par rapport à l'état final d'équipartition d'énergie étaient réduites à $1/e$ (37 %) de leur valeur originelle. Pour l'air ordinaire, ce temps est égal à environ $\frac{1}{6\times10^9}$ seconde.

Les points massifs de Maxwell se repoussant mutuellement selon l'inverse de la 5e puissance de la distance ne constituent pas un modèle particulièrement heureux d'un gaz, mais si l'on change la loi de force en une attraction variant comme le carré inverse de la distance (loi de gravitation) nous obtenons un modèle très réaliste des étoiles, les diamètres de celles-ci étant si faibles en comparaison des distances moyennes qui les séparent, qu'il est permis de ne faire nul état de la possibilité de collisions directes. De même que Maxwell a calculé son « temps de relâchement » pour son gaz idéal, nous pouvons le calculer pour une collection de points massifs ayant les masses et distances moyennes des étoiles, et s'attirant conformément à la loi de gravitation. Le temps est de l'ordre de millions de millions d'années. C'est-à-dire qu'après avoir agi les unes sur les autres pendant un certain nombre de millions de millions d'années les étoiles doivent arriver à un état final d'équipartition d'énergie, où l'énergie moyen-

ne de tous les types d'étoiles est la même, quelle que soit leur masse.

Déjà en 1911 Halm avait soupçonné une presque égalité des énergies des étoiles massives et des étoiles légères, et il avait émis l'idée que les vitesses des étoiles comme celles des molécules d'un gaz, pourraient se conformer à la loi d'équipartition d'énergie. Des recherches plus approfondies, par Seares en 1922, firent voir que la presque égalité supposée est réelle. Le tableau I montre la vitesse totale moyenne (C) obtenue pour des étoiles de types différents ayant des masses moyennes différentes.

Partout, sauf dans les deux premières lignes, le tableau manifeste une approximation marquée vers l'égalité d'énergie de mouvement. Les 10 dernières lignes manifestent une variation en masse, de 10 à 1, mais la déviation moyenne de l'énergie par rapport à la moyenne n'est que de 9 %. Cette égalité d'énergie ne peut être attribuée qu'à l'interaction gravitationnelle des étoiles. Car si elle était produite par un agent physique quelconque, pression de radiation, bombardement par des molécules, atomes, ou électrons à grande vitesse, cet agent, comme le montre la dernière colonne de la table, devrait se trouver en équilibre thermodynamique avec la matière à la température de l'ordre de 2×10^{62} degrés. Comme pareilles températures sont inconnues dans la nature, il nous faut conclure que l'égalité d'énergie observée est le résultat d'interactions gravitationnelles s'étendant sur des durées de millions de millions d'années. Les étoiles donc, doivent avoir un âge de l'ordre de grandeur dont il s'agit.

D'autres ordres de recherches astronomiques conduisent à la même conclusion; je me contenterai d'en citer un seul. Il y a des étoiles binaires, consistant en deux masses distinctes qui voyagent dans l'espace, attelées l'une à l'autre, décrivant des orbites fermées l'une autour de l'autre parce qu'aucune des deux ne peut échapper à l'emprise gravitationnelle de sa compagne. Les étoiles isolées dont il a été question plus haut peuvent être comparées à des molécules monoatomiques, mais ces étoiles binaires sont à comparer aux molécules diatomiques. De l'énergie peut résider dans leur mouvement orbitaire comme dans leur mouvement de translation à travers l'espace. Ici encore d incessantes rencontres gravitationnelles doivent aboutir à de l'équipartition d'énergie, à la fois d'étoile à étoile, et aussi entre les différents mouvements dont chaque système binaire est capable. En outre quand cet état final est atteint, les excentricités des orbites elliptiques doivent être distribuées sur toutes les valeurs entre $e = 0$ et $e = 1$, de

Tableau I. — **Equipartition d'énergie dans les mouvements stellaires.**

Type d'étoile	Masse moyenne M	Vitesse moyenne C	Energie moyenne $\frac{1}{2} MC^2$	Température correspondante (degrés)
Type spectral *B3*	19.8×10^3	14.8×10^5	$1,95 \times 10^{46}$	$1,0 \times 10^{62}$
— *B8,5*	12,9	15.8	1,62	0,8
— *A0*	12.1	24.5	3 63	1,8
— *A2*	10,0	27,2	3,72	1,8
— *A5*	8,0	29.9	3,55	1,7
— *F0*	5,0	35.9	3,24	1,6
— *F5*	3.1	47,9	3,55	1,7
— *G0*	2,0	64,6	4,07	2,0
— *G5*	1,5	77.6	4,57	2,2
— *K0*	1,4	79.4	4,27	2,1
— *K5*	1,2	74.1	3,39	1,7
— *M0*	1,2	77.6	3,55	1,7

telle façon que toutes les valeurs de e^2 soient également probables.

Cette loi finale de distribution de l'excentricité de l'orbite est indépendante des dimensions de cette dernière, mais le « temps de relâchement » qui mesure le degré de rapprochement de cet état final ne l'est pas. Car l'excentricité de l'orbite est un effet différentiel, provenant de la différence de l'attraction gravitationnelle d'une étoile qui passe sur les deux composantes de la binaire, et quand celles-ci sont rapprochées l'une de l'autre, l'étoile passante ne peut avoir de prise sur l'orbite. Pour les binaires visibles, où les composantes sont habituellement à des centaines de millions de milles l'une de l'autre, le « temps de relâchement » est encore de millions de millions d'années, mais il est cent fois plus étendu pour les binaires spectroscopiques, beaucoup plus compactes.

Le tableau suivant, établi d'après des matériaux fournis par Aitken montre la distribution des excentricités observée.

Comme on pouvait s'y attendre les binaires

spectroscopiques ne se montrent pas rapprochées de l'état final ; pour la plupart elles conservent les faibles excentricités d'orbite avec lesquelles elles commencent l'existence. Les binaires visibles présentent une bonne approche jusqu'à l'excentricité de 0,6 environ, mais pas au delà. Le déficit d'orbites de grande excentricité peut signifier que

Tableau II. — **L'approche de l'équipartition d'énergie dans les orbites binaires.**

Excentricité de l'orbite	Nombre observé de binaires spectro-copiques	Nombre observé de binaires visibles	Nombre en l'état final
De 0 à 0,2	78	7	6
0,2 0,4	18	18	18
0,4 0,6	16	28	30
0,6 0,8	6	11	42
0,8 1,0	1	4	54

les forces gravitationnelles n'ont pas eu assez de temps pour produire les excentricités les plus élevées de toutes, mais partie, et peut-être la totalité de ce déficit, doit être attribué à la difficulté observationnelle qu'il y a à déceler les orbites de grande excentricité.

Evidemment, toutefois, l'étude des mouvements orbitaires et des mouvements à travers l'espace indique une action gravitationnelle s'étendant sur des millions de millions d'années. Toujours il y a une exception « qui prouve la règle ». Dans le premier cas, elle est fournie par les binaires spectroscopiques qui sont si compactes que leurs composantes peuvent défier l'action avulsive de la gravitation ; dans le second, elle l'est par les étoiles du type *B* qui sont si massives, et peut-être aussi si jeunes que la force gravitationnelle d'étoiles moindres n'a guère pu agir sur leur mouvement.

Les faits qui précèdent, et d'autres qui pourraient être invoqués, quand on en discute le détail, concordent en ce qu'ils donnent l'impression que l'âge général des étoiles est probablement situé entre 5 et 10 millions de millions d'années. Peut-être même pourrait-on préciser un peu plus et dire que le Soleil a entre 7 et 8 millions de millions d'années d'âge.

Origine de l'Uranium solaire

Nous disposons maintenant de toutes les données nécessaires pour discuter l'origine des atomes radioactifs dans le Soleil et les étoiles. Le thorium qui, des substances radioactives, est celle qui a la plus longue durée de vie, est réduit à moitié après 15.000 millions d'années de désintégration spontanée. Une masse de thorium pur égale au Soleil (2×10^{33} grammes) serait réduite à un atome unique en moins de 3 millions de millions d'années.

Pour l'uranium (période de 5.000 millions d'années) le temps serait de moins d'un million de millions d'années. Quand naquit la Terre, le Soleil avait déjà un âge bien supérieur à ces durées, de sorte que la provision terrestre de matière radioactive a du être engendrée dans le Soleil lui-même, au cours de son existence.

Il ne serait possible semble-t-il, d'échapper à cette conclusion qu'en supposant que la vie des atomes d'uranium et de thorium est immensément prolongée, de quelque façon, par la chaleur intense et le formidable bombardement existant à l'intérieur du Soleil. Nous ne pouvons certainement pas exclure de façon absolue pareille possibilité, mais il est difficile d'apercevoir une seule considération qui pourrait être invoquée en sa faveur, soit du côté de la physique théorique, soit du côté de la physique expérimentale. En l'état actuel de nos connaissances, il semblerait raisonnable de n'en pas tenir compte.

Présumant que ces atomes ont pris naissance dans le Soleil, on se demande comment ils sont nés et ce problème nous met au cœur même de la physique théorique du jour présent.

Considérons en quelque détail deux processus qui se présentent sur Terre : le changement de constitution atomique par rajustement des électrons, et le changement de constitution nucléaire par désintégration spontanée.

A première vue les deux processus paraissent très différents. La transformation radioactive du noyau est spontanée, en ce sens que rien de ce que nous pouvons faire ne l'accélère, ni ne l'empêche. Chaque atome d'uranium porte, écrite à son intérieur, sa propre histoire future. Il vit sa vie pré-ordonnée avec sérénité sans se laisser troubler par les accidents extérieurs de la chaleur ou de la pression ; lorsque sonnera son heure il cessera d'exister en tant qu'uranium, et se désintégrera en plomb, hélium, et radiation. Son noyau recule à un état de moindre énergie : la radiation émise démontre la perte d'énergie. D'autre part le changement produit dans des atomes ordinaires par une redistribution électronique est très sensible aux conditions physiques extérieures. Tout spectroscopiste sait comment enlever à volonté, un, deux, trois électrons à l'atome. Néanmoins comme cela a été rendu évident dans un mémoire remarquable d'Einstein[1] en 1917, la différence n'est que de degré, mais non de nature.

Les électrons, dans un atome, sont libres de

1. *Phys. Zeitschrift* 18, 122 ; 1917.

passer d'une orbite à une autre et comme les diverses orbites possibles ont des énergies différentes, l'atome constitue jusqu'à un certain point un réservoir d'énergie. Par exemple l'atome d'hydrogène consiste en un proton unique, avec un électron unique tournant autour.

D'après la théorie de Bohr l'électron peut tourner selon des orbites dont les diamètres, ou axes majeurs sont proportionnels aux carrés des nombres naturels 1, 4, 9, 16, 25... Il est aisé de calculer les différences d'énergie d'une orbite à une autre : par exemple les deux plus petites diffèrent en énergie de 16×10^{-12} erg. Si nous ajoutons 16×10^{-12} erg d'énergie à un atome où l'électron décrit la plus petite des orbites, il passe à l'orbite qui vient ensuite, absorbant le 16×10^{-12} erg et en ce faisant, devenant temporairement un réservoir d'énergie de 16×10^{-12} erg. Si l'atome est perturbé il peut, naturellement, décharger l'énergie à tout moment, ou bien il peut absorber encore plus d'énergie, et de la sorte accroître sa provision. Mais si rien ne vient le troubler, l'électron doit, après un temps, revenir de lui-même à son orbite originelle, plus faible. S'il n'en était pas ainsi la loi bien établie de Planck relative à la radiation du corps noir ne pourrait être exacte. Dans ce processus l'atome expulse 16×10^{-12} erg d'énergie sous forme de radiation, et en conséquence sa masse diminue de $1{,}8\times10^{-32}$ gramme. Ainsi une collection d'atomes d'hydrogène où les électrons suivent des orbites plus faibles que les plus faibles possibles, est semblable à une collection d'atomes d'uranium en ceci que les atomes retombent spontanément dans leurs états d'énergie moindre, résultat simplement du fait de l'écoulement du temps, perdant de la masse et émettant de la radiation dans le processus.

Nous avons parlé de l'addition de 16×10^{-12} erg d'énergie à un atome d'hydrogène dans son état d'énergie minimale. Nous ne pouvons naturellement faire ceci simplement en versant de l'énergie quelconque dans l'atome, et en imaginant qu'il va l'absorber. L'atome d'hydrogène n'accepte que l'énergie qui lui est offerte sous forme d'une radiation ayant exactement la longueur d'onde voulue; il traite toute autre radiation avec une complète indifférence. Chaque atome est sélectif au sens où l'est un distributeur automatique qui n'accepte que des pièces de monnaie définies; verser de la radiation de la fréquence qui ne convient pas, c'est reconstituer la comédie du millionnaire dont la fortune totale ne lui procure pas une boîte d'allumettes, parce qu'il n'a pas une pièce de dix centimes disponible, ou bien la la tragédie de l'enfant qui ne peut obtenir une tablette de chocolat parce qu'il ne dispose que de centimes ou de sous : mais nous ne troublerons pas l'atome d'hydrogène.

Cette action sélective de l'atome sur la radiation est mise en évidence de façons variées, mais peut-être se manifeste-t-elle le plus simplement dans les spectres des étoiles. De la lumière de toutes longueurs d'onde s'échappe de l'intérieur chaud d'une étoile, et bombarde les atomes formant son atmosphère. Ces atomes absorbent les radiations qui sont exactement de la longueur d'onde voulue, mais n'ont aucune transaction avec les autres, et le résultat est que la radiation finalement émise par l'étoile manque justement de ces longueurs d'onde particulières : on voit ceci à ce que l'étoile présente un *spectre d'absorption* de raies fines. A mesure que les atomes de l'atmosphère de l'étoile absorbent cette radiation, ils s'élèvent à des orbites d'énergie plus haute. Mais avec le temps ils reviennent aux orbites primitives et en ce faisant ils émettent de l'énergie sous forme de radiation de ces mêmes longueurs d'onde précisément. Ceci ne neutralise pas exactement, comme on pourrait le croire d'abord, l'absorption de radiation parce que la radiation absorbée voyageait tout entière vers l'extérieur, alors que la radiation ainsi émise voyage dans toutes les directions au hasard. Aussi, si nous considérons l'atmosphère tangentiellement comme nous le pouvons pour l'atmosphère solaire durant une éclipse totale nous observons le même spectre, non plus comme un spectre d'absorption, mais comme un *spectre d'émission :* les raies ne sont plus sombres, mais brillantes, c'est le spectre « éclair ».

Tout atome, toute structure électrique quelconque, choisira la radiation de longueur d'onde convenable entre toutes les radiations qui lui parviennent, et utilisera l'énergie de cette radiation à redistribuer ses orbites d'électrons. La quantité d'énergie ε que l'atome absorbe est reliée à la longueur d'onde λ de la radiation par la relation quantique $\varepsilon\lambda=hC$ où h est la constante de Planck ($6{,}55\times10^{-27}$ erg-sec.) et C la vitesse de la lumière. La quantité ε d'énergie fournie par cette relation est appelée le « quantum » de lumière de la longueur d'onde λ, et les longueurs d'onde de la radiation que choisit une structure électrique quelconque sont déterminées par la condition que le quantum correspondant d'énergie suffira tout juste à faire passer ses électrons d'une orbite à une autre. La radiation est aussi absorbée si son quantum fournit assez d'énergie pour arracher entièrement l'électron à l'atome, et le mettre en liberté dans l'espace où il voyage comme électron libre. Toute radiation dont la longueur d'onde est au-dessous d'une cer-

taine limite critique remplit cette dernière condition.

Plus une structure électrique est compacte et plus est grande la quantité d'énergie nécessaire pour la troubler; et plus est grand le quantum d'énergie ε, plus est courte la longueur d'onde de la radiation correspondante. Il suit qu'une structure très compacte ne peut être troublée que par une radiation de très courte longueur d'onde. En gros on peut dire que la structure ne sera troublée que par une radiation dont la longueur d'onde est moins de 860 fois les dimensions de la première.

L'énergie requise pour séparer deux charges électriques $+e$ et $-e$, à la distance r l'une de l'autre est $\frac{e^2}{r}$, et, généralement l'énergie nécessaire pour redistribuer ou pour désagréger une structure de protons et d'électrons de dimensions linéaires r sera de l'ordre de celle qui précède. Si λ est la longueur d'onde de la radiation requise l'énergie rendue disponible par l'absorption de cette radiation est le quantum $\frac{hC}{\lambda}$. Etant donné que la valeur de h est très approximativement $860\ \frac{e^2}{C}$ nous arrivons à ce résultat que la longueur d'onde de radiation requise est d'environ 860 fois les dimensions de la structure à désintégrer. Bref, la raison pour laquelle le bleu agit sur la plaque photographique alors que le rouge ne le fait pas est que la longueur d'onde du bleu est inférieure, et celle du rouge, supérieure à 860 fois le diamètre de la molécule du nitrate d'argent. Il faut arriver au-dessous de la « limite 860 » pour qu'il se passe quelque chose.

La longueur d'onde de la lumière émise par un atome quand il décharge son réservoir d'énergie est exactement la même que celle de la lumière absorbée quand il a originellement emmagasiné cette énergie, car, les deux quanta d'énergie étant identiques, les longueurs d'onde correspondantes sont les mêmes. Il suit que la lumière émise par n'importe quelle structure électrique aura une longueur d'onde ayant environ 860 fois les dimensions de la dite structure. Ainsi la lumière blanche visible, ordinaire, a une longueur d'onde égale à environ 860 diamètres atomiques.

Les noyaux atomiques, comme les atomes eux-mêmes, sont des édifices de charges électriques négatives et positives; en conséquence ils doivent réagir de la même façon à l'égard de la radiation qui les atteint. La radiation que les noyaux atomiques émettent, et, par suite, celle-là aussi qu'ils sont préparés à absorber, est toutefois de bien plus courte longueur d'onde que celle qui est émise ou absorbée par les atomes complets.

Ainsi Ellis et d'autres ont trouvé, par exemple, que la radiation émise pendant la désintégration du radium *B* a des longueurs d'onde de 3.52, 4.20, 4.80, 5.13, et de 23×10^{-10} centimètres. Ces longueurs d'onde sont seulement le 100.000e environ de celle de la lumière visible. Naturellement cela tient à ce que le noyau n'est guère, en dimensions, que le cent-millième environ de l'atome même.

Puisque la longueur d'onde de la radiation absorbée ou émise par un atome est inversement proportionnelle au quantum d'énergie, il suit que le quantum nécessaire pour agir sur le noyau est environ 100.000 fois aussi grand que le quantum nécessaire pour agir sur l'atome. Si nous revenons au distributeur automatique il faut au moins des billets de 500 livres pour agir sur les noyaux radio-actifs.

Pourtant la radiation des longueurs d'onde qui viennent d'être mentionnées devrait aussi bien pouvoir redisposer le noyau du radium *B* que peuvent les longueurs d'onde supérieures redisposer l'atome d'hydrogène. Au moins elle devrait précipiter la désintégration du radium *B*. Serait-elle jamais capable de former du radium *B* avec du radium *C* et des atomes d'hélium (ou des particules α ou β)? C'est là une autre question. Peut-être y faut-il des conditions supplémentaires dont nous ne savons rien, se joignant à la présence de la radiation de longueur d'onde appropriée.

Probablement aussi les noyaux radio-actifs, comme ceux de l'azote et de l'oxygène, pourraient être décomposés par un bombardement suffisamment intense : mais sur ce point les preuves expérimentales ne sont pas très nettes. En ce cas il faudrait que chaque projectile de bombardement pût, en attaquant, apporter une énergie égale au moins à celle d'un quantum de la radiation en question : il faudrait donc qu'il fût animé d'une vitesse exceptionnellement grande.

En passant, nous noterons que des processus du type général de ceux qui viennent d'être discutés, forment l'espoir des alchimistes modernes qui espèrent obtenir l'or par la transmutation d'autres métaux. Sous sa forme la plus générale, leur ambition est de combiner les électrons et protons des métaux inférieurs avec le troisième ingrédient atomique, à savoir l'énergie électro-magnétique, de façon à former des atomes d'or. Quelque succès qu'ils obtiennent, ils réussiront probablement plus à augmenter le trésor de la science abstraite qu'à accroître leur propre fortune, puisqu'un des ingrédients qu'il leur faut nécessairement employer, l'énergie ou la radiation, est si coûteux que le produit final doit être excessive-

ment onéreux. Il faudrait au moins une fraction appréciable d'une once d'énergie pour produire une once d'or et avec l'énergie électrique, même à 2.5 centimes par *Board of trade unit.*, l'énergie et la radiation coûtent 11 millions de livres, par once. Quoi que l'étalon d'or puisse avoir à redouter du côté politique, il paraît être absolument inattaquable par la chimie ou la physique.

Toute longueur d'onde de radiation comporte une température définie qui lui est associée, à savoir la température à laquelle la radiation d'une longueur d'onde définie est le plus abondante. Fait que nous reconnaissons quand nous parlons de chaleur au blanc, ou chaleur au rouge, et bien que nous ne le fassions pas nous pourrions très légitimement parler, de façon parallèle, de chaleur ultra-violette, et de chaleur rayons X. La longueur d'onde et la température connexe sont reliées par la formule bien connue

$$\lambda T = 0{,}2885 \text{ cm. degré.}$$

Dès que commence à se présenter cette température particulière, mais pas avant, la radiation de longueur d'onde en question devient abondante ; à température sensiblement inférieure elle est tout à fait inappréciable.

Nous avons vu que de la radiation de courte longueur d'onde est nécessaire pour détruire une structure, un édifice électrique, de petites dimensions, et comme nous voyons maintenant que de courtes longueurs d'onde sont associées à de hautes températures, il apparaît que plus l'édifice est petit, plus il faut de chaleur pour le décomposer.

En combinant la relation qui vient d'être donnée, entre T et λ avec celle qu'implique la loi approchée de la « limite 860 » on voit que l'édifice de dimensions r centimètres commencera à être décomposé par la radiation thermique quand la température se rapprochera de $\frac{1}{3000r}$. Par exemple les atomes ayant des dimensions générales de l'ordre de 10^{-8} centim. commencent à se dissocier quand la température approche de 30.000° ; les noyaux de dimensions générales de l'ordre de 10^{-13} centim. doivent rester résistants jusqu'au moment où la température approche de 3 milliards de degrés.

Pour prendre un exemple plus précis, la lumière jaune de longueur d'onde 6.000 A est en connexion spéciale avec la température de 4.800°. Aux températures inférieures à celle-ci il n'y a pas de lumière jaune, en dehors du cas où elle est artificiellement créée. Les étoiles et tous les autres corps, à la température de 4.800° environ sont de couleur jaunâtre et présentent dans leur spectre des raies dans la région du jaune. Ces raies se présentent parce que la lumière jaune arrache l'électron le plus extérieur aux atomes du calcium et d'éléments similaires. Quand la température de 4.800° approche, mais pas avant, des redistributions d'électrons dans l'atome du calcium commencent à se produire. Sur terre on n'arrive pas au voisinage de cette température (en dehors de l'arc électrique ou d'autres conditions artificielles) et dès lors les atomes de calcium terrestres en général restent au repos dans leurs états de moindre énergie. Le mémoire d'Einstein de 1917 a montré qu'il suit nécessairement de la loi de Planck de la radiation du corps noir qu'une collection d'atomes de calcium dans d'autres états se comporterait exactement comme des atomes de substances radioactives au point de reculer spontanément vers des états de moindre énergie.

De même que les atomes de calcium aux basses températures terrestres se comportent comme des atomes radioactifs, de même des noyaux radioactifs élevés à une température suffisante, se comporteraient comme les atomes de calcium dans l'atmosphère chaude d'une étoile. La plus courte longueur d'onde de radiation émise dans la transformation de l'uranium est d'environ $0{,}5 \times 10^{-10}$ centim. et ceci correspond à une température de 5.800.000.000 degrés. Quand pareille température approche, mais pas avant, les éléments des noyaux radioactifs commencent à se redistribuer, tout comme le font les éléments de l'atome de calcium vers la température de 4.800 degrés.

Il nous faut probablement supposer que des redistributions peuvent être effectuées en bombardant l'édifice électrique au moyen de particules matérielles. S'il en est ainsi la température à laquelle le bombardement par des électrons, des noyaux, ou des molécules, commencerait à produire un effet, est exactement la même que celle où la radiation de longueur d'onde efficace commence à être appréciable : les deux processus se produisent à la même température.

Donc, nous avons vu que les différences apparentes entre le comportement de l'atome de calcium et celui du noyau d'uranium se réduit en théorie à une simple différence de température : en pratique la différence est toute celle qu'il y a de 5.000 degrés à 5 milliards de degrés. La température inférieure est atteinte ou dépassée dans l'atmosphère de la plupart des étoiles, de sorte que l'atome de calcium se redistribue continuellement dans ces atmosphères, comme on le voit à la présence des raies H et K du calcium dans la plupart des spectres stellaires. Il n'est pas probable que la température plus élevée soit rencon-

trée où que ce soit dans l'Univers, bien que des exceptions, naissant de notre ignorance plus que de nos connaissances, doivent peut-être être consenties en faveur des centres de certaines étoiles blanches naines et des nébuleuses spirales. En dehors de celles-ci on ne voit pas où trouver des lieux assez chauds pour avoir un effet appréciable sur la transformation, par synthèse ou par désintégration, des éléments radioactifs, et il nous faut conclure qu'ils se comportent partout de la même façon fatale, spontanée, que sur terre : que nulle part une chaleur assez élevée n'existe, capable de les contraindre à changer de conduite.

Ainsi l'uranium solaire qui, nous l'avons déjà vu, a dû naître dans le Soleil, ne peut guère avoir résulté de la synthèse d'éléments légers ; alors il doit provenir de la désintégration d'éléments plus lourds. La situation en ce qui concerne l'uranium solaire est exactement celle qui s'est présentée à nous en ce qui concerne le radium terrestre, mais avec cette différence capitale que nous connaissons les ancêtres du radium terrestre, alors que nous ignorons ceux de l'uranium solaire. Mais des ancêtres sont nécessaires, et par là nous sommes conduits à l'hypothèse que le Soleil doit avoir contenu, et probablement, contient encore des atomes de poids atomique supérieur à celui de l'uranium ; l'astronomie, de façon indépendante, témoigne dans le même sens et conduit à la même conclusion. Nous sommes amenés à considérer l'uranium terrestre simplement comme la génération présente d'une lignée qui remonte à une époque ignorée du passé. La série complète des éléments chimiques contient des éléments de poids atomique supérieur à celui de l'uranium, mais tous, autant que nous le pouvons savoir, ont disparu de la Terre, comme le fera l'uranium aussi quelque jour.

Le tableau III montre les longueurs d'onde requises pour effectuer diverses transformations atomiques. Les deux dernières colonnes font connaître les températures correspondantes, et les lieux où, autant qu'on le peut conjecturer, celles-ci se rencontrent. Là où la température est très inférieure à celle qui est citée à l'avant-dernière colonne, la transformation en question ne peut être affectée par la chaleur et dès lors ne peut se produire que spontanément. Il n'y a donc dans le processus qu'un seule direction. La radiation disponible n'est pas de la longueur d'onde requise pour faire marcher le distributeur automatique atomique, de sorte que les atomes, n'absorbant aucune énergie de la radiation ambiante retombent constamment dans des états de moindre énergie, s'il en existe ; ils convertissent sans cesse leur masse en radiation, alors que la transformation inverse de radiation en masse n'est pas possible.

Tableau III. — **Les effets mécaniques de la radiation**

Longueurs d'onde (centimètre)	Nature de la radiation	Effets sur l'atome	Température — Degrés absolus	Lieux où se rencontrent les températures
7.500×10^{-8} à 3.750×10^{-8}	Lumière visible	Troubles des électrons extérieurs	3 850 à 7.700	Atmosphères stellaires
250×10^{-8} à 10^{-8}	Rayons X	Troubles des électrons intérieurs	115.000 à 29.000.000	Intérieurs stellaires
5×10^{-9} à 10^{-9}	Rayons gamma mous	Arrachement de partie ou presque totalité des électrons	58.000.000 à 290.000.000	Régions centrales des étoiles denses
4×10^{-10}	Rayons gamma du radium B	Troubles de l'arrangement nucléaire	720.000.000	?
5×10^{-11}	Rayons gamma très durs	—	5.800.000.000	
$4\text{-}5 \times 10^{-12}$	?	L'atome d'hélium s'édifie aux dépens de l'hydrogène	64.000.000.000	
2×10^{-12}	Radiation très pénétrante	Désintégration des noyaux	150.000.000.000	
$1\text{-}3 \times 10^{-13}$	?	Annihilation ou création de proton avec électron compagnon	2200.000.000.000	

Pour le faire plus complet nous avons étendu le tableau de façon à lui faire comprendre certains autres phénomènes qui n'ont pas été discutés jusqu'ici, et dont il faut maintenant nous occuper.

(A suivre.)

Sir James Jeans,
Secrétaire général de la Société royale de Londres [1].

1. Traduction française par M. Henry de Varigny.

LA GENÈSE DE L'INTELLIGENCE HUMAINE

LA FORÊT A FAIT LE SINGE ET LA CAVERNE A FAIT L'HOMME[1]

I. — Le hiatus entre l'espèce humaine et les espèces anthropoïdes

Nous savons que l'allure du développement d'un singe anthropoïde est extraordinairement rapide si on la compare à celle de l'Homme. Si, en effet, nous considérons, à l'œuvre, un anthropoïde de huit à dix mois et un petit enfant du même âge, le contraste nous apparaîtra stupéfiant. Veut-on, par exemple, capturer un gorille, un chimpanzé, un orang-outang de cet âge, il essaie de fuir et s'il est atteint il se défend avec énergie, il se débat, il mord (car il a déjà des dents) ; un homme vigoureux a beaucoup de peine à le maîtriser et s'il est fait prisonnier, à la première occasion, il s'échappe. Par contre, un bébé humain, du même âge, en pareille circonstance, demeure inconscient, ignorant, inerte, ou s'il a peur, il esquisse seulement quelques mouvements de recul ou bien il pleure. A cette époque de la vie, le petit singe est donc beaucoup plus développé que le petit être humain, tant au point de vue musculaire qu'au point de vue cérébral.

On peut donc entre l'Homme et les Anthropoïdes faire cette distinction fondamentale : l'Homme par rapport au Singe est un extrême ralenti de développement. Nous ajouterons que la discordance entre leurs allures de développement est telle qu'elle interdit absolument toute reproduction entre eux et qu'elle en fait des espèces manifestement éloignées.

Rappelons-nous maintenant la loi de l'Augmentation de taille dans les rameaux phylétiques ; elle nous apprend que la taille des animaux a grandi au fur et à mesure qu'ils évoluaient ; en effet, dans toute série régulière d'animaux fossiles que nous connaissons, les représentants les plus anciens ont toujours la taille la moins élevée. Or, en général, la taille est fonction de la vitesse du développement ; la taille finale d'un animal est d'autant plus petite qu'il a plus vite achevé sa croissance. Nous en concluons que l'Evolution progressive des animaux s'est opérée grâce à des ralentissements successifs de développement. Si donc nous constatons que l'Espèce humaine est une ralentie de développement par rapport aux espèces qui lui sont le plus proches, ce fait nous apprend qu'elle s'est, sans doute, créée à la façon de toutes les autres espèces animales qui évoluaient : par le mécanisme d'un ralentissement d'allure de développement. Elle serait née, elle aussi à la suite d'une simple mutation d'allure. Mais s'il en est bien ainsi il n'y a nullement lieu d'imaginer pour l'Espèce humaine, une création, à part, surnaturelle et miraculeuse[1].

Il est certain toutefois que la distance qui sépare un Anthropoïde d'un Homme est formidable ; elle est telle qu'on se demande si vraiment elle a pu être franchie et comment elle a pu l'être.

A en juger par sa masse cérébrale, l'Anthropoïde apparaît comme très inférieur à l'Homme ; on sait en effet que les plus gros cerveaux de singe observés ne dépassaient pas 400 à 500 grammes, tandis que le poids moyen du cerveau de l'Homme atteint 1.300 à 1.400 grammes. Mais à en juger au point de vue de l'intelligence, l'infériorité du Singe est beaucoup plus flagrante encore : entre l'intelligence d'un homme et celle d'un singe il y a comme un abîme, et cet abîme est tel que de Quatréfages, un esprit scientifique s'il en fût, a pu croire et a essayé de démontrer que l'Espèce humaine était, biologiquement, si distincte de toutes les autres espèces animales qu'elle constituait, à elle seule, un Règne à part. A en juger au point de vue physiologique la séparation entre un Anthropoïde et un Homme est des plus considérables puisqu'un anthropoïde pourrait être pubère dès l'âge de trois ans et pleinement apte à la reproduction entre cinq et dix ans, tandis que chez un homme la puberté ne surgit que vers 12 à 14 ans et que la véritable aptitude à la reproduction n'existe guère avant 17 ou 18 ans !

L'objection anatomique, celle que la masse cérébrale d'un anthropoïde est trois fois moindre que celle d'un homme, nous apparaîtra moins grave si nous nous rappelons le fait, signalé par de Quatrefages, que *dans une même espèce*, l'espèce Chien, la masse cérébrale peut varier du simple au double : « le cerveau du barbet, dit-il, est proportionnellement au moins double de celui du dogue[2] ».

Quant à l'objection physiologique, nous savons que dans l'espèce humaine elle-même, les conditions climatériques peuvent réaliser des divergences considérables dans l'allure du développement ;

1. Proposition audacieuse, s'il en fût, mais qui, après cette étude première, apparaîtra, sans doute, moins risquée et parfaitement soutenable.

1. Au point de vue de l'augmentation de taille, l'Espèce humaine fait exception : malgré une allure de développement des plus lentes, l'Homme est un animal relativement petit, mais il n'est pas seulement un ralenti de développement, il est un ralenti de croissance.

2. De Quatrefages : L'Espèce humaine (*Bibl. internat.*, 1883, p. 33).

certaines négresses, en effet, peuvent devenir mères avant l'âge de dix ans et par contre des Suédoises et des Norvégiennes de l'extrême nord ne sont réglées qu'à 17 ou 18 ans et ne deviennent normalement aptes à la reproduction qu'un peu plus tard.

Reste l'objection capitale de l'intelligence. Mais nous allons montrer qu'il faut rechercher, selon nous, la cause première de l'infériorité de l'Anthropoïde, à ce point de vue, dans les conditions mêmes où il est placé dans sa petite enfance, à l'époque précisément où s'établissent les premières assises de l'intelligence future. Ces conditions sont telles, par le seul fait qu'il naît et qu'il vit, en pleine forêt, qu'il lui est interdit, comme à tous les singes d'ailleurs, d'acquérir la compréhension des causes et des effets sauf pour les cas, limités, qui le concernent directement. C'est que, pour avoir l'idée de la recherche du pourquoi et du comment, autrement dit pour avoir la faculté de penser, il faut avoir été, dès la première heure de conscience, imprégné par le principe de causalité ; il faut avoir été environné de phénomènes simples, parlant par eux-mêmes, pour ainsi dire, se montrant distinctement, sans confusion possible avec d'autres, avec leur enchaînement naturel et leur dépendance étroite réciproque, de phénomènes qui, par le fait qu'ils se répètent et qu'ils se répètent toujours les mêmes, peuvent se graver, tels quels, dans la mémoire en caractères ineffaçables. Or, le jeune singe, anthropoïde ou autre, au moment où il commence à prendre conscience de lui-même et de ce qui l'entoure, se trouve en présence d'une multitude de phénomènes enchevêtrés, qui se succèdent avec rapidité, qui se croisent et s'entrecroisent dans tous les sens, de sorte qu'aucun d'eux, en général, ne peut être perçu isolément avec sa cause propre et ses effets. Il y a là, pour lui, une cause certaine d'incompréhension. C'est pourquoi nous pensons que si les anthropoïdes ne sont pas intelligents il ne faut pas nous hâter d'affirmer qu'ils n'auraient pas pu le devenir, puisqu'une cause toute puissante intervient pour les en empêcher. Cette cause supprimée le deviendraient-ils ? Une telle hypothèse n'est pas invraisemblable si l'on songe que le cerveau d'un nouveau-né anthropoïde et celui d'un nouveau-né humain se ressemblent singulièrement, non seulement dans leur configuration générale mais dans la plupart des détails de leur structure[1].

Nous allons voir bientôt que contrairement à la vie de forêt, la vie de caverne réalise des conditions qui sont éminemment propres à l'incubation et à l'éclosion de l'intelligence de sorte que l'idée vient à l'esprit que l'Homme pourrait bien être le fils d'un Anthropoïde des cavernes. *La forêt aurait fait le singe et la caverne aurait fait l'Homme.*

II. — La forêt a fait le Singe, la caverne aurait fait l'Homme

La dysharmonie de croissance du cerveau chez l'Anthropoïde et sa cause.

Il est une distinction anatomique entre l'Anthropoïde et l'Homme qui mérite toute notre attention : leurs crânes diffèrent très notablement au point de vue de leur forme définitive et de leur mode de croissance. Il en est de même de leurs cerveaux puisque le crâne peut être considéré comme le moule osseux du cerveau.

« Depuis le milieu de la vie fœtale jusqu'à l'apparition des premières molaires, dit Deniker, la croissance du crâne (et celle du cerveau par conséquent) s'opère chez le gorille de la même façon que chez l'homme ; chez l'un comme chez l'autre, l'organe s'accroît avec la même rapidité dans tous les sens. Mais, à partir de cette époque (apparition des premières molaires) *la croissance du crâne chez le gorille (nous pouvons dire également du cerveau) se ralentit considérablement, en avant et en haut, tandis que la croissance en arrière et vers le bas, dans la région postérieure se poursuit avec une rapidité excessive.* Aussi le crâne se rétrécit-il en avant, surtout dans la région sphéno-frontale et s'élargit considérablement en arrière et en bas, surtout dans la région occipito-mastoïdienne[1] ».

Ces faits nous prouvent que, contrairement à ce qui se passe chez l'Homme, la croissance du cerveau, chez le Gorille, est *dysharmonique ;* le cerveau postérieur prend un développement ultrarapide pendant que le cerveau antérieur est plus ou moins frappé d'arrêt de croissance, comme si l'hypertrophie de l'un entraînait l'hypotrophie de l'autre. Mais une telle anomalie de croissance ne se manifeste que quelque temps après la naissance ; chez le fœtus de gorille et chez le tout jeune gorille, en effet, le cerveau, tout comme chez l'Homme, est bien proportionné ; sa partie postérieure n'est pas plus développée que l'antérieure ; la tête est globuleuse, les os frontaux sont très bombés et l'aspect du crâne, en son ensemble, est *singulièrement humain*[2]. Ce n'est

1. Grosnier : *Etude sur les circonvolutions cérébrales chez l'Homme et chez les Singes* (thèse de doctorat en méd.), pl. II, Paris, 1874. — Deniker : *Recherches anatomiques et embryologiques sur les Singes anthropoïdes* (Paris, 1886).

1. Deniker : *loc. cit.*

2. Un tel aspect nous avait toujours impressionné, à chacune de nos visites au Muséum d'Histoire naturelle de Paris,

que plus tard, au fur et à mesure des progrès de l'âge que la tête devient de plus en plus bestiale.

Il en est de même, d'ailleurs, chez le Chimpanzé. « L'importance relative, dit Mlle Coupin, des lobes cérébraux varie au cours du développement, chez le Chimpanzé : la région prédominante est, en effet, chez le fœtus, la région frontale et, chez l'adulte, la région occipitale. On sait que chez l'homme, le lobe frontal constitue la plus grande partie du manteau cérébral et à cet égard, l'Anthropoïde nouveau-né serait plus près de l'Homme qu'à l'état adulte »[1].

D'après ces faits, le cerveau de l'Anthropoïde comparé à celui de l'Homme, suit, tout d'abord, un cours normal de développement. Mais, à un moment donné, peu de temps après la naissance, le développement n'est plus le même et l'organe perd définitivement cette belle harmonie qu'il conserve toute la vie chez l'Homme. Il faut en conclure qu'une cause toute puissante, mais *post partum*, toutefois, surgit pour provoquer, chez l'Anthropoïde, une anomalie de croissance du cerveau. Cette cause, nous la trouvons dans le genre de vie même que la nature impose à tous les singes : la vie en forêt. L'Anthropoïde, pourrions-nous dire, *naît avec un cerveau humain*, mais il n'acquiert qu'un cerveau animal, parce que, dès sa première heure de conscience, il se trouve aux prises avec des conditions qui nuisent gravement à sa mémoire associative et par suite à sa compréhension des faits ; elles n'abolissent pas cette mémoire, mais elles là réduisent à la connaissance des faits les plus simples, les plus frappants, ceux où le petit être qui apprend la vie est directement et personnellement en jeu.

La vie en forêt. — Tout singe, en effet, tout anthropoïde, aussitôt né, par le fait même qu'il est arboricole est plongé en plein cinéma, en pleine foire, en pleins jeux[2]. Il est baigné de lumière et environné de visions, il est assailli de bruits et environné de concerts ; il est au pays des trépidations, des agitations et des sports, et, par surcroît, il est saturé d'oxygène, l'excitant par excellence de toutes nos énergies vitales. Par ses yeux, par ses oreilles, par sa peau, par ses muscles il est constamment et d'emblée mis en éveil et en surexcitation. Pour sa vue, c'est le soleil qui traverse le feuillage et provoque des jeux d'ombre et de lumière c'est le vent qui agite les feuilles et les change d'aspect, c'est le va-et-vient des arboricoles et plus particulièrement des singes, ses frères ; pour son ouïe, c'est le vent qui sifle ou qui gronde dans les branches et qui parfois les brise ; c'est l'orage qui tonne ; ce sont les singes qui hurlent, qui vocifèrent, qui se grisent de leurs cris et de leur vacarme ; par son tact c'est encore le vent qui caresse l'animal ou qui le secoue, ce sont les branches qui le frôlent, c'est tout ce qui frappe, tout ce qui bouscule ; pour le sens musculaire c'est la branche qui s'approche pour être saisie, c'est la mère ou quelque aîné qui survient pour que le jeune s'y cramponne ; c'est le fruit qui s'offre pour être mangé, etc. Ainsi donc, pour tout singe, pour tout anthropoïde dès le plus bas âge, les provocations aux actes réflexes surgissent de tous côtés. Il en résulte qu'avant même qu'il ait pris conscience de lui-même, le jeune animal accomplit une multitude d'actes des plus variés, parfois même des plus compliqués, mais par automatisme, par le simple jeu de ses réflexes[1] ; des actes qui sont involontaires, non voulus et non compris. Plus tard, il est vrai, à l'école de ses propres réflexes, il apprend la leçon de ses gestes ; à force de répéter tel ou tel acte, il se le rappelle et il en saisit le sens ; il s'éveille alors véritablement à la vie, à la conscience, il apprend ce qu'il peut faire et pourquoi il faut le faire. Mais, auparavant, c'est par réflexe qu'il saisit la branche qui le frôle, c'est par réflexe qu'il se cramponne à sa mère qui saute, en le portant ; c'est par réflexe qu'il grimpe,... comme c'est par réflexe, d'ailleurs, que l'oiseau vole, que le poisson nage, que l'enfant tette.

Or, précisément, c'est le cerveau postérieur qui est le grand centralisateur de toutes nos sensibilités et de toutes nos motricités ; c'est le grand rendez-vous de nos impressions sensorielles et le siège principal d'où partent tous les ordres qui président à la vie animale proprement dite. Et comme nous venons de le voir, la vie en forêt fournit aux réflexes mille occasions d'être mis en branle, de sorte qu'ils explosent, à tout instant, chez le singe qui fait son apprentissage avec la vie. C'est pourquoi, son cerveau postérieur est appelé, d'urgence, aussitôt la naissance, à la suractivité fonctionnelle, aux vaso-dilatations maximes et incessantes, à la suralimentation et à

quand nous nous arrêtions devant cette vitrine où l'on a groupé des squelettes humains et des squelettes anthropoïdes : on y voit une jeune femelle de gorille dont la tête est ronde, sans aspérités osseuses et à physionomie humaine.

1. Mlle Coupin : Etude du cerveau de Chimpanzé nouveau-né (*Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* (1925). — Le développement du cerveau de l'Homme et des Singes (*Rev. Sc.*, 28 nov. 1925).

2. Où d'ailleurs rien n'a été prévu, préordonné, où les scènes les plus disparates se déroulent confuses et incohérentes à la merci des circonstances de hasard.

1. Chaque réflexe est analogue à l'une de nos installations électriques : un contact suffit pour que le courant passe et qu'une sonnerie soit actionnée, qu'une lumière jaillisse, qu'un tramway se mette en marche, etc., de même à l'occasion d'une certaine impression reçue, telle ou telle synergie fonctionnelle, héréditairement acquise, se déclenche et accomplit le geste qui lui est assigné.

l'hypertrophie. Par contre, parce que le cerveau postérieur accapare beaucoup de sang, le cerveau antérieur n'en reçoit que fort peu, il est sous-alimenté, il ne peut croître rapidement, il végète. Telle serait la cause de cette dysharmonie de croissance cérébrale qui distingue si profondément l'Anthropoïde de l'Homme.

La vie en caverne. — Imaginons maintenant que des Anthropoïdes naissent en caverne et qu'ils y soient élevés. Que va-t-il se passer ? La caverne est le pays de la pénombre, du silence, du calme, de l'immobilité des choses, de la solitude ; l'air s'y charge d'acide carbonique ; tout y concourt, par conséquent, pour réduire, au minimum, chez le petit être qui y demeure, les impressions sensorielles, pour laisser inactifs la plupart des réflexes, pour réduire à l'extrême, le travail des nerfs et le travail des muscles. Dès lors, pour le nouveau-né anthropoïde, le cerveau postérieur ne serait point appelé, d'urgence, à un fonctionnement intensif il ne serait pas atteint d'hypertrophie de croissance et l'encéphale dans son ensemble, conserverait son aspect humain. Il y aurait, d'ailleurs, une cause directe et toute puissante pour entraver la croissance générale et le développement, puisque l'hypo-activité fonctionnelle forcée y serait générale, d'où, sans doute, par la suite un retard considérable dans la sexualité et des manifestations d'infantilisme relatif, comme il arrive chez l'Homme.

Mais en outre, et ceci est d'une importance beaucoup plus grande, le jeune animal se trouverait, comme nous allons le montrer, dans des conditions vraiment idéales, pour enrichir sa mémoire associative, pour apprendre la grande leçon des causes et des effets, pour assurer, par conséquent, à sa machine psychique, un rendement moins dérisoire et pour acquérir une véritable intelligence.

Rien d'invraisemblable d'ailleurs dans l'hypothèse, qu'aux temps tertiaires, des anthropoïdes auraient pu être contraints, par la force même des choses à changer d'habitat et à demeurer dans des cavernes. Il est certain, en effet, qu'autrefois, en France, et dans tout le nord de l'Europe, et dans bien d'autres contrées, la température générale était bien supérieure à celle d'aujourd'hui ; la flore y était subtropicale et de vastes forêts, aux arbres toujours verts et toujours prodigues de leurs fruits, servaient d'habitat à des singes. Mais des montagnes surgirent, la température s'abaissa, la flore se transforma : la plupart des arbres eurent des feuilles caduques, il y eût des hivers et, pendant ceux-ci, la forêt manqua de fruits. En conséquence, nombreux, à cette époque, furent les animaux qui, particulièrement adaptés à la vie en pays chauds, émigrèrent vers le Midi. Quelques-uns, cependant, ainsi qu'en témoignent leurs restes fossiles demeurèrent sur place, tels que l'Ours des cavernes, l'Hyène des cavernes, le Lion des cavernes... et, sans doute aussi, l'Anthropoïde des cavernes. Pour ce dernier, il est vrai, les documents font défaut mais si, vraiment, les conditions d'existence, révolutionnaires[1], pour lui, créées par la caverne, ont pu doter l'anthropoïde d'une intelligence supérieure, elles l'auraient simplement, et brusquement, *métamorphosé en Homme.* Mais pour qu'un tel prodige cesse, à nos yeux, d'apparaître invraisemblable il est de toute importance, maintenant, de nous initier à la genèse de cette faculté merveilleuse que nous appellons l'*intelligence.*

III. — La genèse de l'intelligence

Nous ne naissons pas intelligents,
nous le devenons.

Le roc sur lequel l'intelligence est fondée est le principe de causalité et les fondations elles-mêmes, les premières assises de l'intelligence, se constituent grâce à la mémoire de l'association naturelle des faits. C'est parce que nous nous rappelons que tel fait succède à tel autre fait que nous attribuons entre eux une relation de cause à effet. Un animal est intelligent quand il comprend que ceci est la cause de celà : un oiseau, par exemple, remarque qu'un chasseur, armé d'un fusil, tue des oiseaux, il aura peur de tout homme armé d'un fusil, ou même d'un bâton et il s'enfuira ; c'est là un signe d'intelligence. Les plus intelligents des animaux sont ceux qui comprennent le mieux que tel fait dépend essentiellement de tel autre fait ; ceux qui saisissent le mieux l'enchaînement naturel des faits ; ceux qui, par conséquent, sont doués de la meilleure mémoire associative. Nous pourrions multiplier les exemples.

En voici un, plus simple : tout le monde connaît l'histoire du petit enfant qui fait connaissance avec le feu : il a touché le feu et le feu l'a brûlé et chaque fois qu'il l'a touché, il a souffert ; c'est pourquoi l'association naturelle entre l'acte de toucher le feu et la douleur qui en est la conséquence se grave en sa mémoire ; et chaque fois, ensuite qu'il se retrouve en présence du feu, il se rappelle que le feu fait souffrir et il ne touche pas le feu. C'est là une mémoire asso-

1. L'élevage en caverne, tout révolutionnaire qu'il était pour le nourrisson anthropoïde, n'entraînait point, par lui-même, aucune condition nocive pour l'existence du petit être. Bien au contraire, le jeune organisme était à l'abri des vicissitudes inévitables de la vie suractive environnante (en forêt) et à laquelle, bon gré mal gré, il était obligé de prendre part, il était moins exposé aux violences, aux intempéries, aux blessures et aux maladies ainsi qu'aux ingestions alimentaires prématurées ou toxiques et, grâce à l'allaitement, il pouvait, néanmoins, être supérieurement nourri.

ciative que nous appellerons animale ; les animaux supérieurs qui nous entourent la possèdent tous. C'est grâce à elle, d'ailleurs qu'ils sont capables de pourvoir à leurs besoins, de se défendre contre leurs ennemis et d'échapper à une foule de dangers. On se sert, précisément, de cette mémoire associative pour dresser les animaux. A la base de tout dressage, en effet, il y a l'association entre tel acte à accomplir et telle satisfaction à recevoir ou telle souffrance à subir. Et ce qui distingue l'intelligence animale de l'intelligence humaine, c'est que la bête, d'ordinaire, ne se rappelle et ne comprend que l'association des faits qui la concernent, ceux qui lui ont procuré une joie ou, au contraire, causé une douleur.

Si maintenant, nous nous reportons aux conditions de la vie en forêt que nous avons décrite comme une vie intensive s'il en fût, nous concevons parfaitement qu'un animal plongé dans un tourbillon d'événements qui se croisent dans tous les sens ne peut saisir le sens de l'un d'entre eux que si celui-ci le frappe directement à son passage : un coup reçu, il regarde d'où vient le coup ; un danger évité il se rappelle comment il l'a évité ; un bon aliment goûté lui fait facilement reconnaître cet aliment, etc. ; mais la plupart des événements qui se passent autour de lui, quand ils ne mettent pas sa personne en jeu, sont, pour lui, comme inaperçus, il n'y fait pas attention, il ne les relie nullement à tel ou tel autre événement qui les a précédés et dont ils sont la conséquence logique, il ne les comprend pas.

Une remarque ici s'impose, c'est que, en des conditions analogues, nous autres hommes, tout fiers que nous soyons de notre intelligence, nous nous comportons de même. Toutes les fois, en effet, que nous sommes en pleine vie mouvementée, une multitude de faits de toutes sortes ont beau se passer sous nos yeux et à nos oreilles, nous les voyons sans les regarder, nous les entendons sans les écouter et aucun d'eux ne se grave en notre mémoire. Circulons-nous, par exemple, dans une grande ville où nous ne connaissons personne ; des gens affairés vont et viennent autour de nous, tantôt dans notre sens, tantôt en sens contraire; nous ne recherchons guère où va celui-ci, où va celui-là; ils passent et c'est à peine si nous avons conscience qu'ici un homme nous a croisé et là une femme; ... mais si quelqu'un nous bouscule ou nous interpelle, si quelque chose de personnel nous arrive, notre attention s'éveille, nous prenons connaissance du fait particulier qui nous concerne et nous agissons en conséquence. Notre intelligence, en de telles conditions, n'est qu'une intelligence animale.

Une vie bruyante, mouvementée, trop riche en événements, est donc une très mauvaise école pour apprendre la leçon des faits ; pour que l'image des rapports réciproques de ceux-ci se grave en notre mémoire, pour que nous en ayons l'intelligence [1].

En revanche, la vie de caverne réalise admirablement des conditions, vraiment idéales, pour qu'un enfant qui y est élevé, apprenne le pourquoi et le comment des faits ; car, tous les jours de sa vie, il assiste *à une leçon de choses*, entièrement naturelle et cette leçon est des plus accessibles à son entendement puisque chaque fait apparaît sur l'écran de son cerveau, bien net et ne pouvant se confondre avec aucun autre, car, en général, il est seul et, à l'ordinaire, il est toujours le même ; il apparaît toujours dans le même cadre qui est fixe et souvent il se répète tous les jours et plusieurs fois par jour. Dès lors l'enfant apprend, à la fois, les faits eux-mêmes et leur logique inéluctable ; de sorte que pour lui, dans une foule de cas, quand ceci arrive, il sait, il est certain que cela va arriver. Au surplus, rien ne distrait le nourrisson des cavernes, il est au pays du calme et du silence, rien ne trouble son attention vis-à-vis d'un événement qui surgit et cet événement se grave facilement, en sa mémoire, avec tous les enchaînements qui le constituent sans se confondre avec d'autres.

C'est ainsi que les rares habitants de la demeure deviennent vite, pour lui, reconnaissables, à leur physionomie propre, à leurs attitudes, à leurs gestes qui leur sont particuliers ; il apprend, avant tout, à connaître sa mère, car celle-ci, à chaque propos, se présente à son petit elle lui fait des signes, elle lui parle. Ce que ses oreilles ont entendu est vite confirmé par ses yeux, par son toucher et lui donne pleine conscience que sa mère est là. D'autre part, le père souvent s'absente, mais quand il arrive, son pas retentit dans le couloir de la caverne ; entre le bruit de pas qui annonce l'arrivée et l'arrivée elle-même, il y a une relation simple et cette relation est vite retenue. Avant d'avoir vu son père, l'enfant sait que son père va venir. Il en est de même pour tout hôte habituel de la maison, chacun pourra d'avance être reconnu, rien qu'à son pas.

Origine du langage. — Envisageons maintenant le cas où une souffrance quelconque oblige le nourrisson à crier, sa mère aussitôt accourt et lui donne le sein, mais qu'un jour il crie, sans avoir souffert, la mère accourt quand même ; il

1. Il est une cause, d'ailleurs, qui, pour l'animal, vient rétrécir, à l'extrême, le champ de la pensée, de la recherche des causes et des effets, c'est la nécessité où il se trouve, peu de temps après sa naissance, de pourvoir, par lui-même, à sa subsistance; cette nécessité l'accapare tout entier et l'oblige à penser à lui, toujours à lui.

s'aperçoit que c'est son cri et non sa souffrance qui la fait venir ; dès lors, il criera pour appeler sa mère ; de ce jour, il a appris à parler ; car, il donne un sens particulier à un son qu'il émet, volontairement, sans que pour proférer ce son il soit obligé de l'émettre, malgré lui, parce qu'il souffre ; il a acquis la notion, abstraite pourrait-on dire, de ce son, il lui donne un sens. Beaucoup d'autres sons, d'ailleurs, vont retentir à ses oreilles, et prendre, également, un sens pour lui, le sens, précisément, de ce qu'ils expriment réellement. C'est ainsi que sa mère, son père, ses frères, ou le Chien, poussent, de temps à autre, à l'occasion des interjections de douleur, de plaisir, de surprise, de colère, de plainte, d'apaisement, de peur, de défi,... et l'enfant comprend, à force de les entendre répéter à ses oreilles, que telle ou telle interjection signifie telle chose ; il voit la relation entre tel cri proféré et la cause qui a provoqué ce cri, et cela, sans avoir lui-même souffert ou été satisfait ou été étonné ; sans avoir été ou furieux, ou malheureux, ou consolé, ou terrifié. Il ne confond pas ces cris les uns avec les autres, car, d'ordinaire, il n'assiste point à un concert de cris, c'est un cri isolé qu'il entend et qui éclate dans le grand silence ; et sa cause en est, la plupart du temps, des plus visibles. Et quand il aura appris le sens des interjections, il pourra les répéter ; il saura que tel cri correspond à tel geste sans même qu'il ait besoin de voir le geste. Et, si, par exemple, là-bas, dans le couloir, un cri de souffrance retentit, il saura que quelqu'un souffre, que quelqu'un appelle ; il saura même qui souffre et qui appelle... et pourra répondre. Telle serait l'origine du langage parlé.

L'origine de l'idée de Dieu. — La vie de la caverne apprend donc au nourrisson, qui y est élevé, la grande leçon des faits ; elle lui apprend à comprendre, elle lui apprend à penser, elle lui apprend à parler ; elle peut faire plus encore, elle peut lui permettre d'arriver jusqu'à un certain point, à l'idée de Dieu. Nous avons vu, en effet qu'un des caractères propres à l'existence en caverne, c'est que tout être vivant s'y trouve en *présence de l'immobilité des choses, il n'y a jamais de vent.* Si donc quelque chose remue, c'est parce que cette chose est animée, est vivante, ou bien parce qu'elle a été remuée par quelqu'un. En cette caverne où nous supposons qu'un nourrisson anthropoïde s'élève et demeure, il y a, sur le sol, des pierres, des feuilles, des os, des morceaux de bois et quand le père, ou la mère, ou le chien marche ou s'agite, à l'intérieur, il déplace ces objets inertes ou bien, il s'en saisit et les rejette au loin ; l'image de la chose remuée et de l'être vivant qui l'a remuée, se grave bien nette dans le cerveau de l'enfant ; car, à tout propos, cette image se répète et se renouvelle : Jamais, par contre, aucun objet ne remue, s'il n'a pas été remué ; l'idée s'acquiert et demeure que tout mouvement d'un objet inerte, a, toujours été provoqué par quelqu'un. Dès lors, qu'une pierre se détache spontanément de la voûte ou de la muraille et qu'elle tombe, le petit être a beau se dépenser en recherches vaines, il a beau ne pas voir qui a remué cette pierre, *qui* l'a détachée, *qui* l'a jetée ; il *sait* qu'elle n'a pas bougé toute seule ; il croit donc, il ne doute pas que quelqu'un est là, il croit à un vivant présent et invisible, il croit à Dieu, à Dieu qui est derrière toutes les causes inconnues, à Dieu qui est la cause des causes.

L'origine du Chien : le Chien, chacal des cavernes.

En dehors des allées et venues du père et de la mère, la solitude du nourrisson anthropoïde pouvait être troublée par des visites de chacals. Il est certain, en effet, que, tout sauvages qu'ils soient, les chacals pénètrent souvent jusque dans les enclos des hommes. Qu'au temps où des anthropoïdes devinrent des habitants de caverne, des chacals aient pénétré en leur demeure, rien de surprenant dans un tel fait, d'autant que chacal et anthropoïde pouvaient avoir fait choix d'un même gîte, d'une même tanière. Il y aurait eu, évidemment, aux débuts des batailles, mais l'anthropoïde étant le plus fort aurait chassé le chacal, chassé même à coups de pierre, car les pierres étaient, à profusion, sous sa main[1]. Mais le chacal, conformément à ses mœurs, serait revenu. Un jour, il aurait apporté du gibier, l'anthropoïde s'en serait emparé et par la suite, à cause de ce fait peut-être, le Chacal aurait été toléré par l'anthropoïde, il serait devenu le commensal. Mais, en outre, un jour, une femelle chacale, aurait fait ses petits dans la caverne commune ; les petits chacals et l'enfant anthropoïde auraient fait connaissance et la mère chacale gardienne de ses petits se serait instituée, également, gardienne de l'enfant. Dès lors le chacal n'aurait plus été l'intrus, ni l'ennemi, il serait devenu le signaleur du danger, l'aide dans les combats ; le pourvoyeur de gibier, le compagnon fidèle, l'ami... autrement dit le Chien. Ainsi donc la caverne non seulement aurait fait l'Homme, mais elle aurait fait aussi le Chien.

Au surplus, quelle que soit l'origine qu'on attribue à l'Homme, qu'il soit ou non le fils d'un

1. D'où, pour lui, sans doute, la révélation première de la pierre comme outil.

anthropoïde des cavernes, il est certain, qu'à ses premiers débuts d'existence il était terriblement désarmé pour les luttes pour la vie, il eût infailliblement succombé s'il n'avait pas eu la merveilleuse chance de rencontrer le Chien[1]. C'est grâce au chien qu'il a pu se procurer sa nourriture, c'est grâce au chien qu'il a pu se défendre contre les ennemis formidables, qui le guettaient, qui l'assaillaient, c'est grâce au Chien qu'il a pu les vaincre. Si l'Homme existe, c'est au Chien qu'il le doit, c'est le Chien qui a permis l'Homme.

La vie de caverne créa la demeure,
elle créa aussi le nid.

L'anthropoïde, en venant habiter la caverne, aurait appris ce que c'est qu'une demeure ; il n'aurait plus été la bête vagabonde, errant sans but, au gré de ses fantaisies et passant d'un amusement à un autre amusement ; il aurait eu une demeure qui aurait été pour lui un centre d'attractions, un centre vers lequel se seraient canalisés tous ses efforts, toutes ses idées ; il aurait eu un refuge en cas de danger, une forteresse en cas d'attaque ; et par cela même il eût acquis « le sentiment de la propriété », il aurait appris à défendre son bien, à augmenter son bien, à faire des provisions. Mais, en outre, la caverne aurait créé le Nid, et le Nid aurait inculqué chez l'anthropoïde « l'esprit de famille » ; pour protéger ses petits et les siens il serait devenu prévoyant, brave, héroïque, dévoué. En créant la demeure, en créant le Nid, la caverne aurait obligé l'anthropoïde à acquérir une foule de vertus ignorées des singes.

Résumé et conclusion.

Ainsi donc, par le fait seul d'avoir pu être élevés en caverne, grâce aux conditions étonnamment favorables qu'ils y auraient trouvées, les enfants de l'Anthropoïde des cavernes *se seraient revêtus des attributs* de l'Humanité :

1° Condamnés, aussitôt leur naissance, à l'hypo-activité fonctionnelle prolongée, ils auraient mis beaucoup plus de temps à croître et à se développer, ils seraient demeurés, cellulairement jeunes bien au dela de la limite normale ce qui aurait eu pour effet, de prolonger de plusieurs années, *leur période d'éducabilité ;*

2° ils seraient devenus des retardés sexuels et des infantiles relatifs ; ils auraient, en conséquence acquis de longues jambes, ce qui leur aurait imposé la marche bipède ; et, l'attitude verticale normale *aurait affranchi la main,* la main qui fût le premier des outils et devint un fabricant d'outils. Ils auraient perdu leur larynx de vociférants et acquis un larynx réduit, plus apte à moduler les sons ;

3° ils auraient conservé leur belle harmonie cérébrale première et n'auraient *point acquis un cerveau postérieur monstrueux « de bête des bois »* ;

4° ils auraient appris à comprendre, objectivement, le sens des faits sans que la trajectoire de ceux-ci ait, nécessairement, à passer par eux ; ils *auraient en conséquence, acquis une intelligence humaine ;*

5° ils auraient compris le sens abstrait des sons, par eux-mêmes et *appris le langage parlé ;*

6° ils seraient arrivés à la notion du Vivant présent et invisible, c'est-à-dire *de Dieu, considéré comme la cause* des causes ;

7° ils auraient domestiqué le Chacal des cavernes et *en auraient fait le Chien,* ce qui leur aurait permis d'assurer leur nourriture et leur défense ;

8° ils auraient acquis « *une demeure et un nid* » ce qui aurait eu, pour effets de faire éclore, en eux, « le sentiment de la propriété » et « l'esprit de famille », sources de vertus ignorées des singes.

De tous ces faits nous croyons pouvoir conclure que « *si la forêt a fait le Singe, la caverne a fait l'Homme* ».

En fin de compte, nous ne formulons rien qu'une croyance personnelle, car nous savons bien qu'il ne s'agit encore que d'une hypothèse et si vraisemblable que nous apparaisse celle-ci, elle n'en laisse pas moins planer, dans l'ombre, bien des incertitudes ; mais toutefois, à nos yeux, elle projette comme une aube de clarté sur un mystère jusqu'ici impénétré »[1].

Docteur Emile Devaux,

Médecin principal de 1re classe en retraite.

1. Notons que dans les plus vieilles archives de l'Humanité, partout où l'on trouve l'Homme on trouve aussi le Chien.

1. La question de l'origine de l'Homme mise à part, il n'en demeure pas moins certain que l'élevage en caverne a réalisé, pour notre ancêtre, des conditions plus favorables au développement de l'intelligence que nos conditions actuelles ; ce qui nous donne à penser que l'Homme des cavernes aurait été plus intelligent, plus génial que l'Homme de nos jours. Convenons qu'il y a trop de bruits, trop de visions, trop d'agitations, *autour de nos tout petits,* pour qu'ils acquièrent toute l'intelligence dont ils seraient capables.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques.

De Broglie (Maurice et Louis). — **Introduction la Physique des rayons X et Gamma.** — 1 *vol. in-8° de* 201 *p., édité chez Gauthier-Villars et Cie, Paris,* 1928. (*Prix : 50 fr.*)

M. Maurice de Broglie, dont les beaux travaux sur les rayons X font autorité, a déjà publié il y a quelques années, dans la collection des Conférences-Rapports, une remarquable monographie sur ce sujet. Il reprend aujourd'hui la question, en collaboration avec son frère, M. Louis de Broglie, et en étendant son exposé aux rayons γ. Le nom des deux auteurs est par lui-même, un sûr garant de la qualité de l'ouvrage, et suffit à le recommander. Ajoutons qu'il est écrit avec un esprit de méthode et de simplicité qui n'appartient qu'à ceux qui dominent pleinement leur sujet. Les développements sont partout réduits au minimum et les détails expérimentaux sont volontairement laissés dans l'ombre : l'étude de cette introduction préparera parfaitement le lecteur à une étude plus complète des diverses questions qui composent aujourd'hui ce vaste sujet.

Les premiers chapitres renferment des notions préliminaires sur la nature des rayons X et γ, sur la théorie moderne de l'atome et les idées de Bohr. Les auteurs passent ensuite aux spectres X caractéristiques des éléments et à leurs relations avec la structure de l'atome, aux spectres X continus et à l'absorption des rayons X. L'effet photoélectrique des rayons X fait l'objet d'un exposé intéressant, où les travaux de M. Maurice de Broglie lui-même et ceux plus récents de M. Auger jouent le plus grand rôle. Les chapitres suivants abordent certaines parties modernes du sujet : étude du noyau atomique, diffusion des rayons X et γ, effet Compton. La diffraction par les cristaux est l'objet d'un seul chapitre, et elle est suivie de l'optique des rayons X. Le livre se termine par quelques considérations de thermodynamique et d'astrophysique, où se trouvent rassemblées un certain nombre de vues hypothétiques mais fort suggestives.

L'ouvrage a été écrit au moment même de la publication des premières expériences de Davisson et Germer sur la diffraction des électrons par les cristaux. Il se contente de les mentionner dans une note terminale.

Ce livre, à la fois clair et nourri de faits et d'idées, sera certainement aussi bien accueilli à l'étranger qu'en France. E. B.

*
**

Dubrisay (René), *Ingénieur en Chef des manufactures de l'Etat.* — **Leçons sur la Chimie générale.** — 1 *vol. in-8° de* 246 *pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeur, Paris,* 1929.

Le présent ouvrage reproduit, à quelques variantes près un certain nombre de leçons que l'auteur professe soit à l'Ecole nationale des Ponts et chaussées, soit à l'Ecole d'Application des Manufactures de l'Etat. Comme ses élèves ont suivi des cours de chimie descriptive relativement poussés, il a cru pouvoir limiter son enseignement à des révisions et à des compléments dans le domaine descriptif, en consacrant une part importante à tout ce qui se rattache à la chimie générale. Il entend par là l'exposé des considérations qui permettent, moyennant un certain nombre d'hypothèses de coordonner en l'état actuel l'explication et l'interprétation des faits expérimentaux.

Cette étude est, en effet, susceptible de mettre les auditeurs à même de se documenter par la suite dans les ouvrages complets ou dans des mémoires spéciaux sur les questions particulières qu'ils auraient besoin de connaître de façon détaillée au cours de leur carrière.

L'auteur nous dit qu'il a longtemps hésité avant de se résoudre à publier ses leçons que ses anciens élèves lui ont demandées. C'est qu'en effet, les traités de chimie générale ne manquent pas. Cependant ce volume se distingue, par deux caractères essentiels, de ses devanciers. C'est d'abord le choix des exemples d'application des théories générales, exemples qui ont, autant que possible, été pris parmi les questions se rattachant à la technique et à l'industrie C'est ensuite l'extrême concision de l'ouvrage, l'éducation antérieure de ses élèves lui a permis d'adopter. Il y a donc lieu de considérer ces pages comme une sorte d'introduction à des études plus développées.

La première partie concerne des notions d'atomistique, c'est-à-dire le rappel des lois pondérales de la chimie, la théorie atomique, la structure des combinaisons organiques, et enfin la classification de Mendéleef, le nombre atomique, les isotopes. La deuxième partie est relative aux notions de mécanique chimique : principe de l'équivalence, thermochimie, principe de Carnot, notions de cinétique chimique, équilibre chimique, vaporisation, dissociation des systèmes hétérogènes. La troisième partie est consacrée à des notions d'électrochimie; enfin la quatrième partie aux actions de surface : phénomènes superficiels, adsorption, l'état colloïdal, les argiles et produits céramiques, les liants hydrauliques.

L'accueil qui sera fait à ce travail, édité avec les soins habituels qu'apporte à ses publications la Librairie Gauthier-Villars, incitera bien certainement l'auteur à le compléter dans une prochaine édition.

F. Michel.

*
**

Delpeuch (André). — **Le Cinéma.** — 1 *vol. in-16 de* 293 *p. de la* Bibliothèque sociale des Métiers, *publié*

sous la direction de M. Georges Renard. (*Prix : 14 fr.*). *G. Doin et Cie, Paris*, 1928.

Ce livre est une œuvre de vulgarisation, se proposant « de faire connaître à tous ce qu'il peut être intéressant de savoir sur le cinéma, sans pousser à fond l'étude des questions qui ne regardent que le spécialiste ».

Après un court historique, de son invention, où sont exposés impartialement les mérites respectifs du grand physiologiste Marey et des frères Lumière, l'auteur donne quelques notions sur la technique du cinéma, c'est-à-dire le film qui enregistre les vues, la prise de vue, l'éclairage, en particulier l'éclairage artificiel des studios, enfin la projection; il les complète de renseignements sur le cinéma parlant, les dessins animés et quelques trucs du cinéma.

M. Delpeuch nous initie ensuite à la genèse d'un film en montrant le rôle du scénariste, qui trouve le sujet, et du metteur en scène, qui en assure l'interprétation (les deux peuvent d'ailleurs se combiner), et décrivant les détails du tournage et du montage. Le film terminé est ensuite livré à l'exploitation; il est généralement vendu à un éditeur ou distributeur, qui le loue ensuite aux tenanciers des salles de projection; ce qui fournit à l'auteur l'occasion de nous renseigner sur les véritables conditions économiques de ce commerce des films, assez aléatoire dans beaucoup de cas.

Dans le chapitre qui suit, M. Delpeuch revendique pour le cinéma le caractère d'un art ayant une esthétique propre; la formule artistique du cinéma consiste à traduire un sujet en images, ou mieux à concevoir un sujet en images; l'auteur en tire des considérations intéressantes sur l'inadaptabilité de la plupart des œuvres littéraires au cinéma, et sur les notions de visibilité et de photogénie.

M. Delpeuch fournit ensuite des détails pittoresques sur la vie du personnel du cinéma : metteurs en scène, artistes, figurants, opérateurs, électriciens, machinistes, décorateurs, puis sur les principales firmes cinématographiques du monde, enfin sur la presse du cinéma.

L'ouvrage se termine par quelques considérations relatives aux répercussions du cinéma sur les mœurs, où l'auteur n'accorde peut-être pas une attention suffisante aux dangers du cinéma, et par une analyse des films les plus célèbres, dégageant les éléments qui assurent le succès d'un film.

A l'heure où le cinéma a pris une si grande part dans la vie de chacun, ce livre, écrit d'une façon très alerte et plein de détails pittoresques, sera accueilli avec empressement par le public.

L. B.

***

Gudden (B.). — **Lichtelektrische Erscheinungen** *1 vol. in-8° de 325 pages. J. Springer, éd., Berlin*, 1928. (*Prix, broché : 24 rm.*; *relié : 25,20 rm*).

Cet ouvrage constitue le tome VIII de la Collection « Struktur der Materie » dont différents volumes ont déjà été analysés ici-même et dont la valeur scientifique a été bien appréciée du public français. Le présent livre est surtout expérimental, et l'auteur justifie sa préférence pour ce point de vue en notant combien la théorie des phénomènes photoélectriques est restée jusqu'ici incomplète et contradictoire. C'est à peine si dans divers cas, celui des gaz excités par radiation et celui des métaux excités par ondes très courtes, la théorie des quanta a pu fournir une base d'explication solide. Partout ailleurs la complexité des faits est si grande que le travail du physicien a dû se limiter à une analyse expérimentale correcte. M. Gudden, dont les travaux faits en collaboration avec M. Pohl ont apporté certains éclaircissements sur des points importants, était très indiqué pour exprimer l'état actuel de la question de la photoélectricité, et il le fait avec un mélange de hardiesse et de réserve qui donne à son livre beaucoup d'autorité. C'est surtout dans le domaine des effets photoélectriques « internes », dans l'étude de la conductibilité photoélectrique des semi-conducteurs, que l'auteur apporte un exposé original et complet. Les effets photoélectriques de surface sont également présentés sous un aspect aussi systématique que possible, et leur description est très détaillée. D'autres effets secondaires (effets de haute fréquence, cellules au sélénium, effet Becquerel, photochimie) sont abordés d'une manière moins approfondie. L'ensemble de l'ouvrage est assez clair, orné de figures très soignées, et complété par une bibliographie intéressante.

B. L.

2° Sciences naturelles

Berland (L.), *Sous-Directeur de Laboratoire au Muséum d'Histoire naturelle.* — **Hyménoptères Vespiformes. II. (Eumenidae, Vespidre, Masaridae, Bethylidae, Dryinidae, Embolemidae).** — *1 vol. de 208 pages, 232 figures*, Faune de France, *fasc. 19. Paul Lechevallier, éditeur, Paris*, 1928. (*Prix, broché : 36 francs.*)

Dans un fascicule de la *Faune de France* paru en 1925, M. Berland a commencé l'étude des Hyménoptères Vespiformes de notre faune. Le présent ouvrage termine cette étude; il est consacré aux Guêpes proprement dites et aux Béthyloïdes, Hyménoptères de petite taille, souvent microptères ou aptères, qui ont été classés pendant longtemps parmi les Proctotrypides, mais que des recherches récentes ont permis de rapprocher des Fouisseurs.

Ce livre est écrit sur le plan de son aîné et, comme celui-ci, il est présenté avec un grand souci d'exactitude et de clarté. Les descriptions, précédées de clés dichotomiques, et accompagnées de très nombreuses figures originales, ont été faites en utilisant un important matériel rassemblé au Muséum de Paris (2 ou 3 espèces seulement n'ont pu être examinées par l'auteur).

Mais M. Berland a tenu à faire mieux encore qu'un très bon ouvrage de détermination : à la suite de chaque diagnose, il a placé un résumé, pourvu

d'abondantes références, de toutes les observations biologiques qui ont été faites sur l'animal (mœurs, industrie, proies, parasites, etc.). Ces précieux documents épargneront de bien longues recherches bibliographiques aux naturalistes; ceux-ci accueilleront avec gratitude l'initiative de M. Berland et souhaiteront qu'elle soit imitée.

P. Remy,
Assistant à la Faculté des Sciences de Nancy.

*
**

Encyclopédie du Caoutchouc. — 1 *vol. in-4° de 475 p. avec figures, édité par la* Revue générale du Caoutchouc. *Prix : 150 francs. Préface de* Ch. Iung.

Il n'est personne qui, doué d'une culture générale plus ou moins étendue ne connaisse l'origine du caoutchouc, sa transformation par le soufre, ses principaux emplois. Quant à préciser telle ou telle de ces notions, la plupart éprouveraient un embarras d'autant plus grand que les sources documentaires étaient éparses jusqu'à l'apparition de l'ouvrage que nous analysons.

Sa valeur? Elle est faite de ce que chaque chapitre a été écrit par un spécialiste. Sans doute ces chapitres chevauchent les uns sur les autres, mais ces recoupements assurent l'absence de lacunes.

Si l'on donne aux botanistes une vue nette des plantes à caoutchouc, si l'agriculteur colonial trouve un excellent résumé des questions qui l'intéressent, si le chimiste est mis au courant des difficultés de la définition moléculaire de la gomme, si l'industriel puise des vues générales sur la coagulation du latex, sa dessiccation, son transport, sa vulcanisation, sur la préparation du caoutchouc, sur ses propriétés, il n'est pas possible que ces exposés, faits par plusieurs auteurs différents ne présentent aucun point commun.

Ces questions introduisent le lecteur à l'étude approfondie du caoutchouc vulcanisé, des déchets et des régénérés, des factices, charges, plastifiants, colorants, des agents et des accélérateurs de vulcanisation, de la conservation du caoutchouc. Le matériel employé dans les manufactures de caoutchouc, la préparation des mélanges, la vulcanisation, l'installation générale de l'usine sont étudiés avec la plus grande minutie.

Les objets fabriqués seuls, à commencer par les pneumatiques, les balles de tennis, les tissus, et à terminer par les éponges de toilette, obtenues par un curieux tour de main, font l'objet de près de 200 pages.

Une dernière partie débute par l'histoire du caoutchouc depuis Charles de la Condamine jusqu'à Bouchardat et rapporte en termes émouvants la découverte de la vulcanisation par Goodyear, puis décrit les laboratoires du chimiste et du fabricant, pour énumérer en fin de compte les recherches actuelles, l'avenir de l'industrie du caoutchouc, ses applications nouvelles.

L'illustration est abondante et soignée, les renseignements bibliographiques nombreux. Cependant, nous sommes obligés d'exprimer un regret : les Tables sont trop sommaires; disséminées dans l'ouvrage, en tête de chaque partie, elles ne facilitent pas les recherches. Il n'empêche que l'*Encyclopédie du caoutchouc* soit une œuvre de premier plan : aucun spécialiste ne saurait s'en passer, aucune personne instruite ne l'étudiera sans plaisir.

B. M.

3° Art de l'Ingénieur.

Marcotte (Ed.). — **Les Pierres naturelles et artificielles.** — 1 *vol. in-8° de 324 pages et 82 figures. Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1928.

Les matériaux des constructions civiles et des travaux publics se peuvent ranger en deux grandes catégories : les produits métallurgiques, et... les autres.

Les premiers se sont beaucoup améliorés depuis une vingtaine d'années, leur nombre et leurs diverses nuances se sont accrus, de sorte qu'il n'est pas un besoin de la construction que la métallurgie ne puisse satisfaire avec une précision qui n'a cessé d'élargir son rôle et l'importance de ses produits dans la construction. Parallèlement les méthodes d'essais se sont perfectionnées, de sorte que les cahiers des charges ont pu manifester des exigences particulières, l'ingénieur et l'architecte imposer des conditions appropriées au but à atteindre. Il n'en est pas encore ainsi pour les autres matériaux.

Parmi ceux-ci les matériaux d'agrégation, des maçonneries sont de grande importance, les plus difficiles à étudier et ont retenu l'attention de bien des savants depuis Lavoisier jusqu'à M. Le Chatelier.

Mais les bois, les verres, les pierres naturelles et artificielles ont aussi une importance capitale, et leur étude ne présente pas moins de difficultés et leur connaissance est loin d'être aussi parfaite que celles des métaux et des liants. Pour s'en convaincre, il suffit de lire ce que disent à leur sujet les conditions de recette figurant sur les marchés des administrations et des sociétés privées. L'auteur a donc, très justement prévu dans son ouvrage général sur *Les matériaux de constructions civiles et des travaux publics*, de réserver un volume spécialement consacré aux pierres à bâtir, de pavage et d'empierrement, aux agglomérés, aux céramiques et aux verres. C'est celui que nous présentons et qui forme le tome I de l'ouvrage général qui en comportera quatre.

Après une définition de la structure et des cassures des roches employées dans les constructions, l'auteur nous donne une classification pratique des pierres basée sur l'examen que l'on peut faire avec une loupe, un chalumeau, des acides, un aimant, un briquet, et l'échelle de Mohs, et fait ensuite connaître les procédés optiques, chimiques, microchimiques convenant à leur étude.

Les différents essais physiques, mécaniques, chimiques, auxquels on peut soumettre les pierres au

laboratoire, sont ensuite exposés, leurs résultats précisés par des données numériques. Les verres, les céramiques, les agglomérés sont dans les mêmes conditions l'objet de chapitres spéciaux, et l'ouvrage s'achève sur un groupe de 10 annexes, concernant divers sujets : la standardisation des dimensions des pierres de taille; l'emploi du silicate de soude pour l'amélioration de l'empierrement calcaire des chaussées; l'emploi du strass rhénan dans des mortiers; l'imperméabilisation des mortiers, bétons et pierres artificielles.

L'auteur qui est chef de la Section des essais physiques et mécaniques du Laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées possédait bien la compétence et la documentation nécessaires pour entreprendre le présent travail, qui intéressera tout le monde des constructions et des travaux et la Librairie Gauthier-Villars a apporté à la publication du volume tous les soins dont elle est coutumière.

L. POTIN.

*
**

Berthelot (Ch.), *Ingénieur-conseil.* — **Les Combustibles dans l'industrie moderne.** — 1 *vol. gr. in-8° de 658 p. et 183 fig. de la* Collection des Grandes Encyclopédies industrielles. *Baillère, éditeur. (Prix, broché : 90 fr.).*

Par sa division méthodique en 14 parties, cet ouvrage englobe à peu près toutes les questions qui se posent à l'occasion de l'utilisation des combustibles et de leur étude.

Rédigé par un spécialiste bien connu, il est incontestablement le plus complet de langue française, le plus sûr au point de vue documentaire et également le mieux informé des derniers et incessants progrès qui se produisent, particulièrement depuis la guerre, dans cette nouvelle technique industrielle, car les nécessités économiques présentes obligent en effet toute entreprise à une exploitation rationnelle, c'est-à-dire à l'utilisation au maximum des combustibles spécialement qui la grèvent si lourdement.

Dans l'ordre d'idée dont il s'agit, l'ingénieur ne pourra donc se dispenser de prendre connaissance du présent volume qui sera pour lui une véritable encyclopédie du sujet, fruit d'une longue pratique de l'auteur et de ses voyages d'études à l'étranger.

Le livre est abondamment illustré et renferme de nombreux tableaux numériques que sauront apprécier non seulement les techniciens des Compagnies minières, métallurgiques et gazières, les fabricants d'agglomérés, mais aussi les importateurs et négociants en charbon. Nous ne pouvons citer de cet important volume que quelques têtes de chapitres. Bornons-nous donc à signaler les pages consacrées à la situation mondiale du marché houiller, à l'influence sur les prix de revient des produits manufacturés, aux consommateurs du charbon, aux clauses à insérer dans les contrats d'achat et de transport des houilles, à la technique du lavage et de la carbonisation à haute et basse température, à l'agglomération, à la récupération des imbrûlés dans les scories de chaudières et de gazogènes, au chauffage à l'huile lourde et au charbon pulvérisé des fours métallurgiques et des chaudières, aux gazogènes et enfin au transport du gaz à distance et à l'épuration liquide du gaz de houille, questions qui sont toutes aussi importantes qu'actuelles.

M. S.

*
**

Rziha et **Seidener**. — **Manuel de l'Ingénieur électricien.** Traduit sur la 6e édition allemande par R. WEILLER. — 2 *vol. cart. de 922 et 963 pages, avec 1794 figures dans le texte. Paris et Liège, Béranger, éditeur.*

L'électricien, qu'il s'agisse de l'étude d'un projet de réalisation ou de la direction d'une exploitation, se trouve obligé de consulter les ouvrages ou publications de sa spécialité, mais aussi ceux de branches souvent éloignées. Ce travail demande du temps et l'objet d'un formulaire comme celui-ci est de le réduire dans toute la mesure possible.

Ce manuel est dû à l'initiative de la maison d'édition W. Ernst et Fils et à la collaboration d'un grand nombre de personnalités éminentes d'Allemagne.

Cette nouvelle édition est conforme à la cinquième sous la réserve de certaines révisions et compléments et la division plus minutieuse de l'ensemble réalisée par l'adjonction de nouveaux chapitres : propriétés des matériaux utilisés en électrotechnique, compteurs, protection contre les surtensions et les surintensités, équipement électrique des centrales, dispositions des centrales, installations industrielles de force. Avec ses 28 chapitres, l'ouvrage constitue une encyclopédie de la science électrotechnique, et quand on sait avec quelle abondance d'information sont rédigés les ouvrages allemands de cette nature, le lecteur français se trouve par là même assuré d'y rencontrer tous les renseignements dont il peut avoir besoin. Au surplus on sait aussi de quelles garanties s'entoure la Librairie Béranger pour ses publications, et avec quelle compétence et quels soins elle les édite.

P. L.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Janvier 1929.

Sciences mathématiques. — M. **L. Lecornu** : *Sur le cycle de Clapeyron.* — M. **Maurice Fréchet** : *Sur la convergence probable.* — Mme **M. Piazzolla-Beloch** : *Sur les surfaces du troisième ordre possédant des courbes à branches enchaînées.* — M. **S. Rossinski** : *Sur une classe de coupes de congruences rectilignes stratifiables.* — M. **Radu Badesco** : *Sur l'équation intégrale d'Abel généralisée.* — M. **Srisvastava** : *Sur les singularités d'une classe de séries de Dirichlet.* — M. **B. Gagaeff** : *Sur l'unicité du système de fonctions orthogonales invariant relativement à la dérivation.* — M. **Alex Froda** : *Sur les maximums et minimums de fonctions uniformes de variables réelles.* — M. **Z. Horak** : *Les principes d'une théorie générale du choc.* — M. **J. Le Roux** : *Sur une propriété générale du mouvement d'un système de points matériels.* — M. **J. Kampé de Fériet** : *Sur la liaison entre l'absence de pressions négatives et le sens de la concavité des lignes de jet dans le mouvement plan d'un fluide incompressible autour d'un obstacle.* — M. **E. Baticle** : *Sur le flambement des arcs encastrés à fibre moyenne parabolique très surbaissée.* — M. **Mesnager** : *Observations au sujet de la note de M. Baticle.* — M. **H. Mineur** : *Sur la rotation de la galaxie.* — M. **Mario Bossolasco** : *Sur l'ellipticité de l'équateur terrestre.*

2° Sciences physiques. — M. **A. Guillet** : *Enregistrement photographique d'une vitesse angulaire. applications aux mesures balistiques.* — M. **L. Brillouin** : *La théorie électronique des métaux d'après Sommerfeld, et le libre parcours moyen des électrons.* — MM. **Ponte** : *La diffraction des électrons par des poudres cristallines. Analyse électronique.* Les expériences de l'auteur constituent une très belle vérification de la « mécanique ondulatoire » dont l'initiateur a été M. Louis de Broglie. On sait que cette théorie associe, d'une manière encore mystérieuse, à toute particule matérielle un phénomène vibratoire. Prenant un faisceau d'électrons en mouvement, M. Ponte met en évidence l'onde associée, par la réflexion que ces électrons subissent sur une couche d'une poudre cristalline. Les prévisions de la théorie ondulatoire se vérifient avec une grande précision. De plus, les expériences de M. Ponte inaugurent une nouvelle et remarquable méthode pour l'étude des cristaux. — M. **Marcel Cau** : *Biréfringence et dicloroïsme des couches minces de fer obtenues par distillation.* — M. **Jean Cabannes** : *Les radiations secondaires dans la lumière diffusée par le quartz.* L'auteur a entrepris l'étude de « l'effet Raman » dans les cristaux. Les lois relatives aux vibrations émises trouvées dans le cas des liquides, se vérifient pour le quartz : mais l'état de polarisation de ces vibrations est tout à fait inattendu. Certaines radiations sont complètement polarisées à angle droit de la direction habituelle. On peut en conclure que les radiations sont émises non par des vibrateurs indépendants, mais par un ensemble cohérent de centres vibrants. — M. **Maurice Lambrey** : *Sur le spectre d'absorption ultraviolet du peroxyde d'azote.* L'étude de ces spectres donne un moyen intéressant pour faire la distinction entre les diverses molécules qui peuvent exister dans les oxydes d'azote. — M. **Nathaniel Thon** : *Potentiel électromoteur et potentiel électrocinétique du graphite.* — M. et Mme **Lemarchand** : *L'application de la loi d'action de masse aux doubles décompositions salines.* — M. **H. Swietoslawski** : *Sur une application nouvelle de l'ébullioscope différentiel.* — Mlle **Germaine Marchal** : *Action de la silice et de l'albumine sur le sulfate de soude.* — M. **R. Levaillant** : *Sur le sulfate neutre d'isopropyle et le sulfate dipropylique normal.*

Séance du 21 Janvier 1929.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edouard Cech** : *Déformation projective des réseaux plans.* — M. **Paul Delens** : *Systèmes de deux cercles et groupes d'opérations sphériques.* — MM. **L. Lusternik** et **L. Schnirelmann** : *Sur un principe topologique en analyse.* — M. **K. Kunugui** : *Sur le type infini et minimum de dimension.* — M. **Krawtchouk** : *Sur un théorème de Laguerre.* — M. **Henri Cartan** : *Un nouveau théorème d'unicité relatif aux fonctions méromorphes.* — M. **J. Herbrand** : *Non-contradition des axiomes arithmétiques.* — M. **J. Haag** : *Influence de l'inertie du spiral sur la marche des chronomètres.* — M. **Joseph Pérès** : *Action sur un obstacle d'un fluide visqueux ; démonstration simple de formules de Faxen.* — M. **J. E. Verschaffelt** : *L'équation de van der Waals et la thermodynamique.* — M. **C. Raveau** : *Le principe énoncé par Carnot ; le théorème. Les formules du second domaine de la thermodynamique indépendantes de tout principe.* — M. **W. Margoulis** : *Sur la détermination expérimentale des tensions dans les charpentes des avions.* L'auteur décrit les expériences qu'il a effectuées sur un fuselage d'avion afin de mesurer les tensions dues aux efforts de flexion et de tension. Il a utilisé à cet effet un appareil interférentiel analogue à celui imaginé par M. Mesnager en vue de la détermination des tensions dans les ouvrages métalliques, mais plus léger et étudié spécialement pour les besoins de l'aviation. L'emploi de cet appareil rendrait aux constructeurs d'avions de grands services, car il permettrait d'éviter les essais, fort coûteux, d'avions complets à la rupture, tels qu'ils sont pratiqués actuellement.

2° Sciences physiques. — M. **B. Decaux** : *L'étalonnement des diaspasons servant de base aux mesures des fréquences radiotélégraphiques.* L'auteur décrit un procédé apportant une amélioration importante aux méthodes employées jusqu'ici pour effectuer de telles mesures de fréquence. — M. **V. Dolejsek** et Mlle **D. Engelmannova** : *Sur les doublets d'étincelle dans la série K.* —

M. **J. Gilles** : *Sur la structure du spectre du troisième ordre du soufre* (S III). — M. **Pierre Bricout** : *Objectif de spectrographe possédant une distance focale constante à un millième près entre 1850 et 7000 angstroms.* L'auteur a calculé un objectif possédant un achromatisme parfait, en juxtaposant des lentilles composées de quartz, de fluorine et d'eau. Cette combinaison optique pourra rendre de grands services en spectrographie. — M. **R. Constal** : *Sur la réalisation d'un phosphoromètre permettant d'effectuer rapidement toutes les mesures d'intensités de phosphorescences.* — M **B. Bogitch** : *Sur un procédé d'électrolyse du nickel.* — Mlle **Suzanne Veil** : *Sur les chromites et les ferrites de nickel et de Cobalt.* — M. **H. Volkringer** : *Sur le spectre continu de la vapeur de mercure.* Convenablement excitée, la vapeur de mercure donne non seulement le spectre de lignes bien connu, mais encore un spectre continu, parfois fort intense. Ce spectre apparait ou disparait selon les conditions dans lesquelles se trouve la vapeur. L'auteur a étudié l'influence de la température et de la pression de la vapeur ; le spectre continu apparait seulement entre des limites définies de température. On peut conclure qu'il est produit par un certain assemblage moléculaire, qui n'existe que dansdes conditions déterminées.

Séance du 2 Janvier 1929 (fin).

3° Sciences naturelles. — M. **P. Fallot** : *Sur le Secondaire des massifs charriés subbétiques entre Moratalla et la bordure de la zone hétique.* Les terrains secondaires de la zone subbétique apparaissent dans le tronçon étudiés avec un faciès bathyal, nettement différent du type épicontinental de l'avant-pays, tandis qu'au Sud, en bordure de la zone bétique, un Lias supérieur à colite ferrugineuse, un Malm en calcaires colitiques blancs, un Crétacé incomplet et néritique indiquent une sédimentation en eau peu profonde, peut-être le long d'une zone géanticlinale. — M. **Maurice Blumenthal** : *Sur les relations tectoniques entre le Bétique de Malaga et le Bétique de Grenade.* — M. **A. Demay** : *Sur le rôle tectonique des granites et granulites du pourtour occidental du bassin houiller de Saint-Etienne.* Le granite de la Gampille appartient à une nappe qui chevauche la plus haute des nappes cévenoles. Le granite de Cizeron semble être au contraire un granite autochtone qui apparait sous la nappe de Laval dans une fenêtre fermée par l'isthme étroit de Landuzière. Le granite de Saint-Just appartient lui aussi au substratum autochtone. Enfin, sur le pourtour occidental du bassin houiller de Saint-Etienne, les veines granulitiques sont, dans l'ensemble, postérieures au charriage des nappes et de la nappe de la Gampille. — M. **Louis Dangeard** : *Cercles de galets observés à l'île Jan Mayen.* — M. **G. Chalaud** : *Le spermatozoïde de* Cephalosia bicuspidata (*L.*) *Dum.* Il n'existe pas nécessairement un rapport direct ou inverse entre la taille d'une Hépatique et les dimensions du corps ou des cils de son spermatozoïde. L'étude de la spermatogènèse de *Cephalozia bicuspidata* montre en outre que : 1° Le point d'insertion du cil antérieur de *C. Bicuspidata* se trouve à une très courte distance de l'extrémité antérieure du spermatozoïde (0 μ,2 à 0 μ,5). 2° Le cil postérieur est inséré assez loin en arrière. 3° Le cil postérieur est toujours le plus long. 4 Le corps du spermatozoïde est plus long que les cils. 5° La longueur de chacune des parties du spermatozoïde varie dans des limites comprises entre le 1/10 et le 1/5 de la partie considérée. — M. **F. Obaton** : *Origine et évolution du mannitol chez les végétaux.* Après avoir étudié l'évolution du mannitol chez deux plantes aussi différentes que le *Sterigmatocystis et* le céleri, les auteurs admettent qu'il s'agit d'une substance de réserve ; le polyol jouerait le même rôle que le saccharose et le tréhalose en particulier, mais sa formation ne semble pas être en rapport direct avec ses derniers. — MM. **R. Combes** et M. **Piney** : *Protéolyse et protéogenèse chez les plantes ligneuses au début de la période active de végétation.* Dans les tiges et dans les racines, en février, commence une protéolyse qui se poursuit jusqu'en mai ; le phénomène s'atténue alors puis c'est au contraire la protéogénèse qui l'emporte jusqu'en juillet. Dans les feuilles, une protéogénèse intense commence dès l'ouverture des bourgeons, et se continue pendant toute la durée de la croissance de ces organes, jusqu'en mai ; un arrêt semble alors se produire, et les phénomènes de protéolyse deviennent mêmes dominants ; la protéogénèse reprend ensuite son activité et l'emporte à nouveau sur la protéolyse jusqu'en Juillet. — M. **Marc Simonet** : *Nouvelles recherches sur le nombre des chromosomes chez les hybrides des Iris des jardins.* (Iris germanica *Hort.*). L'auteur fait connaître, dans la présente Note, le nombre diploïde de chromosomes chez un certain nombre d'*Iris germanica* Hort, à très grandes fleurs. Il a trouvé plusieurs hybrides hypertétraploïdes avec $2n = 50$; deux hybrides tétraploïdes qui ont $2n = 48$; un hybride hypotétraploïde qui possède $2n = 47$. Mais l'auteur signale tout particulièrement la découverte d'un hybride hyperpentaploïde ; la variété « Magnifica » possède en effet, $2n = 62$ (l'hybride pentaploïde aurait normalement $2n = 60$). Sa formation suppose très vraisemblablement la conjugaison d'un gamète hypertétraploïde avec un gamète haploïde : ($n = 50 + n = 12$ donne $2n = 62$). L'apparition de cette forme permet d'en visager d'autres combinaisons caryologiques susceptibles d'être retrouvées ou crées. Ceci est surtout important chez les Iris où le nombre des chromosomes est en rapport avec le gigantisme floral de la plante. — M. **Aug. Chevalier** : *Sur la dégradation des sols tropicaux causée par les feux de brousse et sur les formations végétales régressives qui en sont la conséquence.* Le feu de brousse (ou feu sauvage) lorsqu'il continue à sévir chaque année au cours de la saison sèche, soit sur les campos, soit sur la brousse xérophyte, amène une dégradation de plus en plus grande du sol. Les plantes du campos succombent alors. Au Brésil, seul un groupe de plantes appartenant à la famille des graminées : l'*Aristida pallens* Cav. ou *Barba de Bodé*, subsiste dans les campos les plus dégradés. — M. **Louis Semichon** : *Sur les cellules vésiculeuses chez l'Anomia ephippium.* La présence d'inclusions volumineuses dans les cellules vésiculeuse l'*Anonia ephippium L.* semble être en rapport avec une particularité biologique de ce mollusque. L'auteur n'a, en effet, rien rencontré de semblable chez les autres lamellibranches examinés comparative-

ment : Huîtres, Moules, *Cardium*, *Venus*, *Desinia*, fixés de la même façon, et soumis à l'action des mêmes solutions colorantes. — M. **Alphonse Labbé** : *Sur les organes sensoriels palléaux* de Rostanga coccinea *Forbes*. La partie dorsale du manteau du Doridien *Rostanga coccinea* est recouverte de petits tubercules qui ont été décrits comme de simples papilles coniques. En réalité ce sont des organes sensoriels complexes mobiles, dont on ne connait pas d'équivalents dans le règne animal et que, par suite de leur ressemblance avec des clous de girofle, l'auteur dénomme *caryophillidie*. L'auteur donne une description très détaillée de cet organe, dont on ignore le rôle. La présence de pigment noir peut faire penser à un œil rudimentaire ; d'autre part la présence de rhabdites indique peut-être une parenté avec les sacs cnidophores des Eolidiens. — M. **Remy Collin** : *Passage de cellules hypophysaires dans le liquide céphalorachidien de la cavité infundibulaire*. Le principe ocytocique, qui existe dans le liquide céphalorachidien, provient bien des cellules de la grande pituitaire (*pars intermedia*) et il résulte de la fonte holocrine de ces cellules, soit qu'elle se produise à une certaine distance de la cavité infundibulaire, soit qu'elle se produise dans cette dernière. Colloïdes et cellules disparaissent d'ailleurs très rapidement par solution dans le liquide céphalo-rachidien et, dès le canal infundibulaire et à plus forte raison le troisième ventricule, on n'en trouve plus de trace histologique. — M. **L. Léger** : *Pseudo-tumeur mycétogène d'origine alimentaire provoquant l'obstruction stomacale chez la Truite*. La stase prolongée de certains produits indigestes d'origine animale, particulièrement les éléments conjonctifs tégumentaires, accumulés en grande quantité dans l'estomac du poisson, est susceptible de les transformer en une masse résistante d'apparence homogène, une pseudo-tumeur de tissus remaniés, capable de provoquer une obstruction stomacale définitive. L'action prolongée du suc gastrique sur cette production en fait un milieu favorable au développement mycélien de l'*Ichtyphonus intestinalis* et à la formation de ses conidies ou sphérules germinatives grâce auxquelles ce champignon peut fermer son cycle dans le milieu extérieur. Ceci explique sans doute pourquoi on trouve si souvent l'Ichtyophone dans l'estomac des Truites sauvages en Dauphiné où l'industrie mégissière et gantière est si répandue. — M. **Ch. Pérez** : *Caractères sexuels chez un Crabe Oxyrhynque* (Macropodia rostrata *L.*) Chez le mâle, le plastron thoracique est déprimé, uniquement dans sa région médiane, par une assez étroite gouttière longitudinale, où se logent les stylets copulateurs. Cette gouttière est complètement masquée par l'abdomen ; rabattu sous le thorax. Chez la femelle adulte, la face ventrale du thorax présente de ses bords vers son centre, une déclivité régulière qui commence sur tout le pourtour, un peu en dedans des insertions des pattes, à une arête de rebroussement portant une frange de soies couchées vers l'extérieur. Le pléon libre de tout accrochage, forme une large cuillère, qui se rabat sous le thorax. La femelle jeune, encore immature, se rapproche davantage de l'aspect du mâle. Des différences sexuelles analogues se retrouvent chez tous les types du même groupe de Crabes, en particulier chez la *Maia squinado*. — M. **Tchang-Yung-Taï** : *Sur la localisation de l'absorption intestinale et le comportement des cellules absorbantes chez les chenilles d'un Lépidoptère* (Galleria mellonella *L.*). Chez ces chenilles : 1° l'absorption des substances nutritives est assurée exclusivement par l'intestin moyen ; 2° des deux catégories de cellules fonctionnelles de cet intestin seules les cellules cylindriques sont absorbantes ; 3° les cellules cylindriques se trouvent toujours complètement détruites à la fin d'une phase d'absorption. La même cellule ne peut donc être alternativement et secrétante, comme on l'a souvent admis jusqu'ici. — M. **J. Legendre** : *La concurrence entre moustiques zoophiles et antropophiles*. L'auteur a signalé, dans des notes antérieures, l'existence, dans les côtes du nord, d'une race de *Culex pipiens* fuyant l'homme, il a relaté avoir transporté à Pons (Charente-Inférieure) en juin 1923 des spécimens de ce moustique pour essayer de le substituer à la race locale de la même espèce se nourrissant de sang humain. Depuis 1924 on n'est plus piqué par les moustiques à Pons quoiqu'il y en ait autant qu'autrefois et l'on n'en voit que si on les cherche. L'emploi de la race zoophile de *C. pipiens* pour éliminer les moustiques piquant l'homme peut être tenté, non seulement contre *C. pipiens*, mais aussi contre les autres culicides domestiques, voire même contre les espèces rurales ou sauvages. — M. **P. Wintrebert** : *La digestion de l'enveloppe tubaire interne de l'œuf par des ferments issus des spermatozoïdes, et de l'ovule chez* Discoglossus pictus *Otth*. La capsule tubaire interne est digérée à la fois par les spermatozoïdes et par la substance ovulaire. Les premiers agissent directement au moment de leur pénétration ; l'ovule agit par le liquide périvitellin qu'il émet au moment de son activation, et par la sérosité qui transsude de l'œuf après sa mort. Les extraovats ont une action digestive directe et rapide. Le mode d'action des ferments d'origine spermative et ovulaire est analogue à celui de la pancréatine. MM. **P. Reiss** et **E. Vellinger** : *Sur le potentiel d'arrêt de la division de l'œuf d'Oursin*. L'œuf d'Oursin, en absence d'oxygène libre, est capable de réduire certaines substances oxydées dissoutes dans l'eau de mer, pourvu que le potentiel d'oxydation-réduction de ces substances ne dépasse pas une certaine limite. D'autre part, si l'on compare le *r*H d'arrêt de l'œuf avec son *r*H intérieur, quoique cette comparaison ne soit pas absolument correcte au point de vue théorique, on constate que le *r*H d'arrêt est toujours supérieur au *r*H intérieur, ce que l'on pouvait d'ailleurs prévoir *à priori*. — M. **E. Gabritschevsky** : *Compensation et régénération chez* Thomisium onustum (*Phénomènes de réversion et d'évolution accélérée des caractères tégumentaires sous l'influence de la régénération*). C'est l'étude de l'aspect morphologique des pattes de *Thomisium onustum* en état de régénération et le phénomène de la compensation (effet des pattes régénérées sur le développement des caractères normales) qui font le sujet de la présente note. Les régressions, les accélérations, les stades dans le développement des caractères des pattes régénérées et induites qui se succèdent d'une façon des plus bizarres, ont été étudiés par l'auteur minutieusement sur de nombreux individus des deux sexes. — M. **Marcel Duval** : *La*

teneur en gaz carbonique du sang de l'Escargot, Helix pomatia, *au cours du cycle annuel*. La teneur en gaz carbonique du sang de *Pomatia* est relativement peu influencé par l'état d'activité de l'animal, mais fait très remarquable, les plus fortes teneurs en CO^2 s'observent chez les animaux actifs alors que la concentration moléculaire totale du sang est minima. L'escargot possède donc des mécanismes qui lui permettent de s'opposer aux variations de la teneur en CO^2 de son sang, quand la concentration de ce dernier varie au cours du cycle annuel. — M. **R. Fosse** et Mlle **V. Bossuyt** : *Analyse quantitative et caractérisation de l'allantoïne*. Après hydrolyses alcaline et acide de l'allantoïne on obtient de l'urée et de l'acide glyoxylique. La formation de cet acide rend extrêmement facile et sensible la caractérisation de l'allantoïne. Les auteurs ont pu ainsi caractériser aisément cet uréide dans le *sang* du lapin. C'est la première fois que l'allantoïne se trouve décelée dans le sang des animaux. — M. **A. Machebœuf** : *Recherches sur les phosphoaminolipides et les stérides du plasma et du sérum sanguins*. Par une série de précipitations et de dissolutions successives, réalisées en faisant varier les concentrations en ions H et en sulfate d'ammoniac, il a été possible de séparer des albumines du plasma ou du sérum une fraction très riche en lécithine et en stérides, fraction cependant très soluble dans l'eau neutre ou alcaline ; les solutions sont limpides et ne livrent pas leur lipides à l'éther ; l'alcool en coagule mal les protéides ; les propriétés physico-chimiques des constituants sont donc très sensiblement modifiées. — M. **A. Blanchetière** : *L'hydrolyse de l'ovalbumine par la trypsine dans ses rapports avec la formation des diacipipérazines*. Au cours de cette hydrolyse, 1° Le p. 100 d'azote non précipitable à l'état de dérivé carbaminé croit régulièrement dans le cas de *l'ovalbumine crue* du début jusqu'au 40e jour environ, à partir duquel il reste constant. 2° Dans le cas de l'*ovalbumine dénaturée*, la formation des anhydrides paraît quelque peu plus lente, mais surtout irrégulière. 3° La marche de la formation de N-diacipipérazique est dans les deux cas inverse de celle observée dans l'action de la pepsine sur la proétine crue ; et de même sens que dans l'action sur la protéine cuite. 4° La limite de formation de N-diacipipérazique est plus élevée de 30 p. 100 environ avec la trypsine qu'avec la pepsine agissant sur la protéine crue et seulement un peu plus élevée que dans l'action de la pepsine agissant sur la protéine dénaturée. — M. **André Lwoff** : *La nutrition de* Polytoma uvella *Ehrenberg* (*Flagellé* Chlamydomonadinae) *et le pouvoir de synthèse des Protistes hétérotrophes. Les Protistes mésotrophes. Polytoma uvella* peut effectuer la synthèse de ses constituants à partir de composés organiques simples ; acides aminés et acétate de sodium ou acétate d'ammonium. *Glaucoma piriformis*, au contraire, ne peut se nourrir de ces composés et a besoin de substances complexes, peptones complètes par exemple. On ne connaît pas encore d'intermédiaire physiologique entre le type *Glaucoma* et le type *Polytoma*. L'auteur juge nécessaire d'établir une distinction entre 2 types physiologiques si différents et il réserve le nom d'« *hétérotrophes* » aux Protistes du type *Glaucoma* et il donne, à ceux du type *Polytoma* le nom de *mésotrophes*.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 8 Décembre 1928.

MM. L. **Brouha** et **H. Simonnet** : *Déterminisme expérimental de la mobilisation de la symphyse pubienne chez le Cobaye*. 1° Il existe dans le corps jaune périodique une substance capable de déterminer la mobilisation de la symphyse pubienne chez le Cobaye vierge, impubère ou castré. 2° L'action de cette substance est liée à l'intervention préalable de l'hormone folliculaire. 3° Une substance analogue se retrouve dans le sang du Cobaye et du Lapin pendant la gestation, ainsi que dans l'urine de Femme enceinte ; c'est à cette substance qu'il faut attribuer le relâchement des ligaments pelviens que l'on observe à la fin de la gravidité. 4° Il y a lieu de rechercher si la présence de cette harmone dans l'urine permet de poser un diagnostic précoce de grossesse. — M. **A Boquet** : *Sur le mécanisme de l'infection charbonneuse*. Les Bactéridies inoculées au Cobaye sous la peau apparaissent simultanément dans le sang et dans la rate 3 ou 4 heures avant qu'elles soient décelables dans les ganglions lymphatiques de la région inoculée. Ce fait que la bactériémie précède l'invasion ganglionnaire indique que les voies lymphatiques ne participent pas ou ne participent que secondairement à la dispersion des Bactéridies introduites sous la peau. On peut en inférer que le rôle essentiel, dans l'absorption de ces germes et dans le développement initiale de l'infection charbonneuse, appartient aux capillaires sanguins. — **H. Velu** : *Culture de* cryptococcus farciminosus *sur tiges de graminées fourragères. Cryptococcus farciminosus* cultivé sur les fourrages humides se comporte exactement comme les dermatophytes des teignes et les observations de Brocq-Rousseau, Ach. Urabain et J. Barotte relatives à l'épidémiologie des teignes peuvent très vraisemblablement être étendues à l'agent de la lymphangite épizootique. Comme les agents des teignes, le parasite de la lymphangite épizootique peut donc vraisemblablement cultiver dans le milieu extérieur, au Maroc en particulier, où les conditions de température et d'humidité sont souvent favorable. — M. **F. L Chuiton** *Sur la possibilité de faire une échelle syphilimétrique en utilisant la réaction de Meinicke*. La réaction de Meinicke permet d'établir une échelle syphilimétrique. Il suffit de diluer les sérums en expériences avec des sérums négatifs et de pratiquer des réactions avec ces dilutions. — MM. **G. Fuchs, L. Garrelon, D. Santenoise** et M. **Vidacovitch** : *Nouvelle recherches sur l'action vagotonisante de l'insuline*. 1° Les auteurs ont constaté, en s'adressant à des produits provenant du même extrait pancréatique primitif, aux divers stades de la purification, qu'au fur et à mesure de la purification l'action vagotonisante semblait diminuer pour ne plus exister dans les insulines très purifiées. 2° La contre-épreuve de ces expériences montre que les produits de déchets de la purifications ont un très fort pouvoir vagotonisant. Les auteurs poursuivent leurs recherches sur l'isolement de cette substance vagotonisante. 3° Le dosage du sucre dans le sang, effectué parallèlement à l'étude de l'action vagale a permis aussi, en montrant une dissociation dans le temps des deux

phénomènes (chute de glycémie et vagotonie), de voir que l'hypervatonie précoce obtenue à la suite de l'injection de certaines insulines, n'est pas secondaire à la variation de la glycémie. 4° Il semble donc que le pancréas sécrète concurremment à l'insuline purement hypoglycémiante une autre substance, vagotonisante. — M. **André Eichhorn** : *Sur la mitose somatique et la satellite du* Ginko biloba. Le mode de division nucléaire du *Ginko biloba*, tel que l'auteur le résume dans la présente Note, paraît être très semblable à celui propre aux Angiospermes à grands chromosomes. D'autre part, c'est la première Gymnosperme où la présence d'un satellite soit signalée. Ce sont là semble-t-il deux caractères caryologiques qui permetteront, si les caractères particuliers de la mitose des Pinacées peuvent être étendus à l'ensemble des Gymnospermes, de mettre à part, parmi celles-ci, le *Ginko biloba*, Gymnosperme déjà si particulière à tant d'autres points de vue. — M. **D. Broun** : *Action narcotique des acides alcolyéthylbarbituriques sur les Poissons.* Aussi bien en série linéaire qu'en série ramifiée, le pouvoir narcotique croît avec le nombre d'atomes de carbone. 2° Les isomères à chaîne ramifiée sont moins actifs que les isomères correspondants à chaîne linéaire. 3° Le radical non saturé allyle confère un pouvoir hypnotique plus intense que ne le fait le radical saturé correspondant ou propyle. 4° L'introduction du radical benzyle à 7 atomes de carbone, diminue considérablement le pouvoir hypnotique comme le montre la comparaison du benzyléthylbarbiturique avec l'heptyléthylbarbiturique dont le radical heptyle possède également 7 atomes de carbone. — M. **Maurice Fontaine** : *Les fortes pressions et la consommation d'oxygène de quelques animaux marins. Influence de la taille de l'animal.* Toutes les compressions compatibles avec la vie de l'animal (50-75-100-125 kgr.), produisent une augmentation de la consommation d'oxygène dans le temps qui suit immédiatement la décompression, la consommation d'oxygène est inférieure à la consommation normale ; il existe une sorte de repos compensateur. Enfin, à toutes ces pressions, le fait reste constant qu'un individu d'une espèce donnée voit sa consommation d'oxygène augmenter d'autant plus que sa taille est plus petite, toutes choses égales d'ailleurs. — M. **Jean Dalmon** : *Processus de la dénudation de la base du bec et modification de la forme et de la dimension du bec chez le Freux* (Trypanocorax frugilegus *Linné*) *sur les sujets libres.* Des observations directes, portant sur les sujets libres de leur action permettant une conclusion fondamentale : chez le jeune Freux la dénudation de la base du bec a un départ proximal, avec un reliquat des plumes sétiformes, distal, sur les narines. Cette progression de la dénudation sur le Freux libre, fouillant en terre, démontre *ab absurdo* que cette dénudation n'est pas la résultante d'une friction mécanique actuelle. De plus l'auteur a remarqué que le segment distal de la mandibule présente chez le jeune un angle obtus qui tend à s'ouvrir jusqu'à former une ligne droite chez l'adulte, dans le sens axial. — MM. **H. — D. Bouman** et P. **Kucharski** : *Sur le masquage des sons en fonction de leur durée de passage.* 1° Quand le son masquant est plus grave que le son masqué l'intensité nécessaire pour le masquage diminue au fur et à mesure que le temps de passage augmente. Par contre quand le son masquant est plus aigu que le son masqué l'intensité correspondant au masquage décroît dans la mesure où la durée de passage diminue. 2° Les auteurs ont étudié le phénomène de masquage en laissant passer le son masquant plusieurs fois à intervalles réguliers. Quand le son marquant est plus grave, il faut, si l'on augmente l'intervalle accroître l'intensité sonore. Mais quand le son masquant est plus aigu on peut en diminuer l'intensité tout en augmentant l'intervalle d'excitation. 3° La grandeur des durées intervenant dans le masquage d'un son par un autre, semble indiquer que le phénomène de masquage ne saurait être réduit à des processus exclusivement périphériques dont le fonctionnement est caractérisé par des durées beaucoup plus brèves, mais qu'il implique la participation de processus plus centraux. — MM. **I. A. Smorodinzew, B.-M. Sébenzow A.-N. Adowa** : *Les variations de la réaction réelle des réservoirs d'eau artificiels dans les recherches sur la biologie des Anophèles.* — M. **H. Velu, A. Bigot** et **R. Eyraud** : *Au sujet de la vaccination préventive des Chiens contre la rage.* Il a suffit de faire suivre à trois semaines d'intervalle la vaccination par le vaccin unique japonais, de préparation récente, de virus vixe frais pour obtenir malgré la faiblesse des dose (1 gr. de matière cérébrale à chaque injection) une immunité très solide pendant cinq mois au moins. La répétition des inoculations d'épreuve (8 en 26 mois) a permis de transformer cette immunité en une hyperimmunité, particulièrement solide vingt-sept mois après la première vaccination. — MM. **D. Auger** et **A. Fessard** : *Action du curare sur la décharge de la Torpille.*

Séance du 15 Décembre 1928.

MM. **D. Broun** et **Faustino Garcia** : *Sur l'action hypnotique de l'acide hexyléthylbarbiturique.* L'acide hexyléthylbarbiturique est un hypnotique dont l'activité chez le Chien est très voisine de celle de ses homologues inférieurs, les acides butyléthyl et isoamye-éthylbarbituriques ; il n'y a donc pas, chez cet animal, augmentation sensible du pouvoir hypnotique en fonction du poids moléculaire. C'est seulement chez le Poisson que cette augmentation s'observe régulièrement. — M. **A. Jaubert** : *Essais d'immunisation streptococcique chez la Chèvre.* 1° Il est possible d'obtenir un sérum caprin antistreptococcique spécifique. 2° L'animal immunisé résiste à l'injection d'une dose mortelle de toxine. — MM. **J. Valtis** et **A. Saenz** : *Sur la sensibilité à la tuberculine des jeunes Cobayes ayant absorbé du Bacille bilié de Calmette et Guérin (BCG).* Chez les jeunes Cobayes qui ont absorbé du BCG la croissance se poursuit normalement. 2° Les jeunes cobayes qui ont absorbé 30 mgr. de BCG réagissent à la tuberculine par des réactions d'intensité variable, et d'une manière plus ou moins durable, dans une proportion beaucoup plus élevée qu'on ne l'a supposé jusqu'ici — M. **E. Rousseau** : *Action photochimique oxydante du cholestérol et de l'ergostérol après leur irradiation par un arc au mercure.* — M. **E. Rousseau** : *Dosages du pouvoir oxydant des solutions de cholestérol et d'ergostérol après leur irradiation.* 1° On peut déter-

miner qualitativement et quantitativement si un stérol notamment dissous (alcool ou éther de pétrole) a été irradié; 2° Dans un temps déterminé, le dosage, en oxygène actif du stérol irradié dissous, renseigne, dans une certaine mesure, sur la qualité de la fréquence vibratoire ultra-violette employée, sauf dans le cas où on irradie au travers, d'un écran de Wood; 3° Les rayons de l'arc à mercure de courte longueur d'onde (225 mm. de l'arc) paraissent, en présence de l'air, donc de son oxygène, plus oxydants. — M. **H. Bierry** : *Sur la nature du sucre protéidique dans le plasma sanguin du Cheval.* Des expériences rapportées par l'auteur, il est permis de conclure que, chez le Cheval, le mannose fait bien partie des glucides liés aux protides du plasma sanguin. L'étude, en cours, de procédés de clivage permettra de fixer définitivement le mode de liaison. — MM. **Pierre Gley** et **N. Kisthinios** : *Sur l'action hypotensive des extraits pancréatiques.* Il suffit, dans les macérations hydro-alcooliques de pancréas de précipiter complètement l'insuline par l'un quelconque des réactifs proposés à cet effet par les auteurs pour obtenir une liqueur dénuée de pouvoir hypoglycémiant, à condition que la précipitation soit totale, et douée au contraire du pouvoir hypotenseur. Les auteurs ont vérifié expérimentalement que le liquide hypotenseur était sans action sur la glycémie du Lapin; ce liquide est d'ailleurs également hypotenseur pour l'Homme. Rien ne permet de supposer que cette substance hypotensive extraite du pancréas soit normalement sécrétée par cet organe et joue le rôle d'une hormone. Ce n'est sans doute qu'un produit du métabolisme cellulaire que les réactifs employés dans la préparation des extraits pancréatiques séparent de ces complexes ou un produit qui se formerait au cours même de ces préparations. — MM. **H. Darré, Albot, Berdet** et **A. Lafaille** : *Chimiothérapie de la septicémie méningococcique subaiguë (forme pseudo-palustre) par les injections intraveineuses de trypaflavine.* Les auteurs rapportent deux cas de septicémie méningococcique subaiguë prolongée, à forme pseudo-palustre qui, après avoir résisté pendant plusieurs mois aux traitements les plus judicieux, ont été guéris avec une rapidité surprenante (en 24 heures), par des injections intraveineuses de trypaflavine. Les faits rapportés dans cette note constituent de véritables expériences chez l'Homme, ils ont un grand intérêt au point de vue de la chimiothérapie générale des infections microbiennes aiguës. — M. **Alexandre Cantacuzène** : *De l'existence de tumeurs chez diverses Algues marines et de leur répartition régionale.* L'auteur a déjà signalé la présence de tumeurs bactériennes sur les frondes de *Saccorhiza bulboza;* il a observé récemment que des tumeurs analogues existaient chez diverses Algues appartenant à des groupes différents *Chondrus crispus* et *Fucus ressatus* et revu celle que l'on connaissait sur *Cyrtoclonium purpurascens.* Les individus infectés ne se rencontrent que dans des zones très limitées et communes aux diverses espèces. — M. **A. Borrel** : *Filaire et adénocarcniome.* Les souris atteintes de cancer de la mamelle sont, dans la proportion de 80 p. 100, infectées par une Filaire qui vit dans le plantrophique mammaire. Les souris saines (au moins en apparence) ne sont infectées que dans la proportion de 20 p. 100. Le rôle de la Filaire dans l'apparition du Cancer est donc très probable. — M. **A. Borrel** : *Nomologie des cellules pigmentaires et des Martocytes chez la Souris noire.* — M. **H. Busquet** : *La masculinisation des chapons par le sérum de Taureau, considérée au point de vue de la loi des seuils différentiels et de la loi du « tout ou rien ».* La loi du « tout ou rien » qui apparait avec une grande netteté dans les expériences de castration subtitale des Coqs, ne s'applique pas à la masculinisation des chapons par le sérum de Taureau. Celle-ci, lorsque les doses sont faibles fournit des résultats qui rappellent les seuils différentiels de Pézard, mais l'échelonnement de ces seuils n'est pas le même que dans le cas où il est déterminé par un fragment testiculaire. — M. **R. Nuilleret** : *Les protéosomes de Lœw et la constitution du protoplasma.* — M. **E. Truc** : *Remarques histophysiologiques sur l'élimination de quelques substances fluorescentes par le rein et épreuve fluoroscopique de la perméabilité rénale.* — MM. **R. Goiffon** et **R. Haudiquet** : *Nature sulfurée de corps libérés par l'hydrolyse alcaline des albumines. Leurs variations quantitatives selon la nature des albumines.*

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 3-29.